COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 29 JUIN 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Quelques propriétés des racines secondaires des nombres premiers*. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Convenons, pour abréger le discours et par analogie, d'appeler *racines secondaires* d'un nombre premier p les nombres qui, relativement à ce module, appartiennent à *un même* exposant i, diviseur de $p-1$. Les théorèmes que j'ai donnés dans ma dernière Communication ([1]) s'étendent

([1]) Voir la séance du 20 juin 1896 (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1451), où il faut lire : p. 1453, ligne 5 en remontant, $\frac{p-1}{2}$ au lieu de $p-1$; p. 1455, ligne 8, $2n+1$ au lieu de $2+1$, et supprimer, comme inutile, la deuxième phrase du premier alinéa de la page 1453, lignes 3, 4 et 5.

avec quelques modifications de détail, mais en conservant leur caractère général, aux racines secondaires. Ainsi :

» THÉORÈME VI. — *Le produit ab de deux racines secondaires, d'exposant* pair i, *appartient, soit à l'exposant* $\frac{i}{2}$, *soit à l'un de ses diviseurs (y compris l'unité), mais jamais à l'exposant i lui-même.*

» La démonstration étant absolument pareille à celle du théorème I concernant le produit de deux racines primitives, je m'abstiens de la répéter.

» *Exemple* : $p = 89$; les diviseurs pairs de $p - 1$ sont 44, 22, 8, 4 et 2. On vérifie que, conformément à la règle :

» Les produits binaires des vingt racines d'exposant 44 appartiennent, à l'exclusion de tous autres, aux exposants 22, 11 et 1;

» Ceux des dix racines d'exposant 22 appartiennent à 11 et à 1;

» Enfin, le produit des deux seules racines d'exposant 4 appartient à l'exposant 1, c'est-à-dire est congru à l'unité (module p).

» COROLLAIRE. — *Le produit d'un nombre pair de racines secondaires d'exposant pair i, appartient, soit à* $\frac{i}{2}$, *soit à l'un de ses diviseurs.*

» THÉORÈME VII. — *Le produit ab de deux, ou d'un nombre pair quelconque de racines secondaires d'exposant* impair i *appartient, soit à i, soit à l'un de ses diviseurs.*

» En effet, on a, par hypothèse et sans réduction possible de l'exposant, dans le cas de deux facteurs,

$$a^i \equiv 1 \quad \text{et} \quad b^i \equiv 1 \pmod{p};$$

d'où

$$(ab)^i \equiv 1 \pmod{p};$$

ab appartient donc à l'exposant i, ou à l'un de ses diviseurs, mais comme i est impair, on n'a plus la faculté d'écrire comme lorsqu'il est pair,

$$a^{\frac{i}{2}} \equiv -1 \quad \text{et} \quad b^{\frac{i}{2}} \equiv -1,$$

d'où résultait, par la multiplication,

$$(ab)^{\frac{i}{2}} \equiv 1 \pmod{p};$$

ab peut d'ailleurs appartenir à un diviseur $\frac{i}{n}$ de i, puisque, par l'élévation à la puissance n, la congruence $(ab)^i \equiv 1$ se trouverait satisfaite.

» *Exemple :* $p = 31$, $i = 15$. Sur les vingt-huit produits binaires des huit racines secondaires de 31, d'exposant 15, huit appartiennent à cet exposant, douze à l'exposant 5, quatre à l'exposant 3 et quatre à l'exposant 1.

» Même démonstration pour 4, 6, ... facteurs.

» Théorème VIII. — *Le produit abc de trois racines secondaires a, b, c, de même exposant i, appartient, soit à i, soit à l'un ou à l'autre de ses diviseurs.*

» La démonstration est la même que pour trois racines primitives.

» *Exemple :* $p = 31$, $i = 15$. Sur les cinquante-six produits ternaires des huit racines secondaires d'exposant 15, quarante appartiennent à cet exposant, huit à 5, huit à 3 et aucun à l'unité.

» Corollaire. — *Le produit d'un nombre impair quelconque de racines secondaires, d'exposant impair i, appartient à i, ou bien à l'un ou à l'autre de ses diviseurs.*

» Même démonstration que pour trois facteurs.

» *Exemple :* $p = 31$, $i = 15$. Sur les cinquante-six produits 5^uples des racines secondaires d'exposant 15 du nombre 31, quarante-deux appartiennent à 15, six à 5, huit à 3, aucun à l'unité.

» Les produits 7^uples de ces mêmes racines appartiennent tous à l'exposant 15.

» D'où l'on voit qu'au fur et à mesure que s'élève l'ordre de multiplicité du produit, le nombre relatif des produits appartenant à i s'accroît à son profit, tandis qu'il décroît pour les diviseurs de i.

Théorème IX. — *Le produit de toutes les racines secondaires, quels que soient les exposants auxquels elles appartiennent, est* $\equiv -1 \pmod p$.

» En effet, p étant un nombre premier impair, on a, par le théorème de Wilson : $1.2.3.4\ldots(p-1) \equiv -1 \pmod p$.

» Si l'on divise ce produit par celui de toutes les racines primitives, que l'on sait être $\equiv +1$, le quotient exprime le produit de toutes les racines secondaires, et l'on voit qu'il est $\equiv -1 \pmod p$.

» Théorème X. — *La somme de* toutes *les racines secondaires, sans distinction de l'exposant auquel elles appartiennent, est* $\equiv 0$, *ou à* ± 1 (mod. p.), *savoir :* $\equiv 0$, *quand* $p-1$ *est divisible par un carré;* $\equiv +1$, *quand* $p-1$ *est le produit d'un nombre impair de facteurs inégaux, et* $\equiv -1$, *quand ces facteurs inégaux sont en nombre pair.*

» En effet, soit :

$$S = 1 + 2 + 3 + \ldots + p - 1.$$

la somme des $p-1$ premiers nombres. On sait que $S \equiv 0$ (mod. p.), puisque $p-1$ est pair. Si l'on retranche de S la somme Σ des racines primitives, $S - \Sigma = \Sigma'$ sera la somme de toutes les racines secondaires, y compris celle d'exposant 2. Or Σ est $\equiv 0$, -1 ou $+1$ dans les trois circonstances respectives précitées ([1]). Donc Σ' le sera, respectivement dans les mêmes cas, à 0, $+1$ ou -1.

» THÉORÈME XI. — *Le produit de toutes les racines secondaires, qui appartiennent à un seul et même exposant i, est congru à* $+1$ (mod. p.).

» En effet, on sait que, si un nombre $\alpha < i$ est premier à i, il en est de même de son complément $\alpha' = i - \alpha$; d'ailleurs, lorsque i est pair, $\frac{i}{2}$ n'est pas premier à i, sauf le cas de $i = 2$, que nous regarderons comme exclu. Donc, parmi les $i-1$ nombres $1, 2, 3, 4, \ldots, (i-1)$, tous ceux $1, \alpha, \beta, \gamma, \ldots$ qui sont premiers à i se partagent en groupes composés chacun de deux complémentaires, tels que α, α'; par suite, leur nombre total est toujours pair. On en conclut que :

» 1° Les racines secondaires appartenant à un même exposant i (aussi bien que les racines primitives) sont toujours en nombre pair, sauf pour $i = 1$ et $i = 2$; car elles proviennent, sans exception, des puissances de l'une quelconque a d'entre elles, élevée successivement aux puissances marquées par les exposants $1, \alpha, \beta, \gamma, \ldots$.

» 2° Ces racines peuvent être associées deux à deux (comme l'a fait Euler) par leurs exposants complémentaires à i, de telle sorte que l'on ait $a^{\alpha} . a^{i-\alpha} = a^{i} \equiv 1$ (mod. p); d'où l'on voit que non seulement le produit de toutes les racines, en nombre N, est congru à l'unité, comme l'énonce le théorème, mais encore que ce produit général se partage lui-même en $\frac{N}{2}$ produits binaires, dont chacun jouit de la même propriété.

» Quant à la somme des racines de même exposant quelconque i (diviseur de $p-1$), elle est congrue, à 0, $+1$ ou -1, dans les conditions qu'énonce le théorème X, mais inverses pour ce qui concerne les signes $+$ et $-$ de l'unité, parce que la racine $p-1$, d'exposant 2, ne fait plus ici partie de la somme. La démonstration dérive, *mutatis mutandis*, de celle que Gauss a donnée pour les racines primitives (*Disq.*, n° 81), et il est inutile de la reproduire.

» *Exemple* : $p = 19$; $i = 9$. — Les six nombres, premiers à 9 et infé-

---

([1]) GAUSS, *Disq.*, n° 81.

rieurs à 9, sont 1, 2, 4, 5, 7, 8. Prenons pour *base* le nombre 4, qui est l'une des racines secondaires de 19 pour l'exposant 9; les trois groupes de racines associées sont : $4^1 = 4$ avec $4^8 \equiv 5$; $4^2 = 16$ avec $4^7 \equiv 6$; et $4^4 \equiv 9$ avec $4^5 \equiv 17$; et les trois produits binaires 4.5, 16.6, 9.17 sont $\equiv 1$ (mod. 19), comme l'est aussi le produit total 4.5.16.6.9.17.

» La somme des six racines est $4 + 5 + 6 + 9 + 16 + 17 \equiv 0$ (mod. 19), et l'on est dans le premier cas du théorème, puisque $i = 9$ est un carré. Pour $i = 6$, on eût obtenu les deux racines 8 et 12, dont la somme est $\equiv + 1$ (mod. 19), tandis que, pour $i = 3$, les deux racines 7 et 11 ont une somme $\equiv - 1$ (mod. 19). Le nombre $6 = 2.3$ se compose en effet de *deux* (nombre pair) facteurs simples, tandis que le nombre 3 ne se compose que d'*un* seul (nombre impair).

» Appendice. — Voici, pour terminer cette étude et à titre de simple renseignement, trois *inductions*, vérifiées par moi sur tous les nombres premiers des deux premières centaines et sur un assez grand nombre d'autres, pris isolément et au hasard dans les hectades supérieures, mais dont je laisse à de plus habiles le mérite de prouver la vérité ou la fausseté :

» 1° Le nombre 2 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier ayant l'une des quatre formes $24t + (1, 7, 17, 23)$, où $t = 0, 1, 2, 3, \ldots$

» 2° Le nombre 3 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier ayant l'une des quatre formes $24t(1, 11, 13, 23)$;

» 3° Le nombre 5 n'est jamais racine primitive des nombres premiers de la forme $30t + (1, 11, 19, 29)$.

» Ceci, bien entendu, ne signifie pas que, outre les nombres premiers ainsi qualifiés, il n'y en ait pas d'autres comportant les mêmes exclusions respectives de 2, de 3, ou de 5; il en existe, au contraire, mais qui n'appartiennent pas, comme ceux-ci, à des formes générales nettement définies. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Formules du coefficient des frottements intérieurs, dans l'écoulement tumultueux graduellement varié des liquides.* Note de M. J. **Boussinesq**.

« I. Dans les cas de la section circulaire et demi-circulaire [1], la loi simple d'accroissement de ε vers l'axe, exprimée par le dernier facteur $\frac{R}{r}$,

---

[1] *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 1445.

ne peut plus s'appliquer aux petites distances r de l'axe, où elle conduirait à supposer une agitation presque infinie, physiquement inadmissible. Mais elle n'y donne aucun frottement très grand par unité d'aire, vu que la vitesse relative du glissement moyen local des couches y décroît jusqu'à zéro, par raison de continuité et de symétrie. Aussi n'en résulte-t-il, dans le mode de distribution des vitesses, qu'une altération locale à peine perceptible. Il est toutefois désirable, en vue de l'approximation plus grande que rendent possibles les récentes observations, de corriger cette loi trop simple de la proportionnalité inverse de ε au rapport $\frac{r}{R}$; nous le ferons par la substitution, à ce rapport, d'une fonction un peu différente $\frac{r}{R}+\psi\left(\frac{r}{R}\right)$, où la petite partie inconnue $\psi\left(\frac{r}{R}\right)$ restera finie et distincte de zéro sur l'axe. Mais nous serons réduits à la déterminer par les données seules de l'expérience, dans la mesure très imparfaite que permettra leur précision (difficile cependant à surpasser). Nous remplacerons donc, *à une deuxième approximation,* la seconde formule (15) par celle-ci,

$$(16) \qquad \text{(section circulaire)} \qquad \varepsilon=\frac{\frac{\rho g}{k}\sqrt{B}\,\frac{R}{2}\,u_0}{\frac{r}{R}+\psi\left(\frac{r}{R}\right)}.$$

» II. Passons au cas plus général de tuyaux ayant leur contour χ d'une même forme quelconque, définie par une relation donnée entre les rapports $\frac{\chi y}{\sigma}$, $\frac{\chi z}{\sigma}$ des coordonnées y, z de leurs divers points au rayon moyen $\frac{\sigma}{\chi}$; et comprenons-y d'ailleurs celui d'un canal découvert, en imaginant alors, comme il a été indiqué ci-dessus, un tuyau de section double où le contour mouillé, double également, se composerait du proposé et de son symétrique par rapport à la surface libre. Pour donner à ces cas toute la généralité possible, supposons même le degré de rugosité ou, par suite, le coefficient B du frottement extérieur, variables avec la génératrice considérée de la paroi, c'est-à-dire en fonction arbitraire de $\frac{\chi y}{\sigma}$ et $\frac{\chi z}{\sigma}$.

» Ici la vitesse à la paroi, encore réductible à sa composante u, ne sera plus constante le long du contour mouillé χ; mais nous pourrons admettre avec quelque approximation qu'elle y varie d'une *certaine* manière ou, autrement dit, en appelant u_0 sa valeur en un endroit déterminé, par exemple au point le plus bas de σ, qu'elle est partout ailleurs le produit

de u_0 par une fonction toujours la même de $\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}$. L'ampleur $\frac{d\sigma}{d\chi}$ au devant de chaque élément $d\chi$ du contour, entre les deux normales menées à ses extrémités et prolongées jusqu'à la rencontre de la surface libre ou du plus grand diamètre (dans une section elliptique), n'égalera plus $\frac{\sigma}{\chi}$, mais bien le produit de $\frac{\sigma}{\chi}$ par une autre fonction de $\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}$. Le *rayon moyen* $\frac{\sigma}{\chi}$ sera cependant comme sa valeur moyenne, puisqu'il exprimera *le volume fluide existant, dans le courant, par unité de surface des parois*, ou l'aire de section normale par unité de longueur du contour mouillé.

» Les trois facteurs distincts u, $\frac{d\sigma}{d\chi}$, $\frac{\rho g}{k}\sqrt{B}$, caractérisant l'agitation engendrée près de $d\chi$, auront donc pour produit l'expression $\frac{\rho g}{k}\sqrt{B_0}\,\frac{\sigma}{\chi}\,u_0$, multipliée encore par une fonction analogue. Et comme enfin l'agitation, à partir des parois, se transmettra dans la masse en se concentrant ou se disséminant suivant les mêmes proportions aux points homologues de l'intérieur, ou en se réfléchissant de même aux points homologues des surfaces-limites, il est naturel qu'on puisse exprimer le rapport de sa valeur en chaque point (y, z) de σ à ce qu'elle est au point du fond où B et u sont B_0 et u_0, par une certaine fonction *positive* de la forme $F\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right)$, la même pour toutes les sections dont il s'agit. Il viendra donc, comme généralisation des formules (15) et (16),

$$(17) \qquad \varepsilon = \frac{\rho g}{k}\sqrt{B_0}\,\frac{\sigma}{\chi}\,u_0 F\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» Nous aurons plus loin à considérer le produit des deux fonctions, censées connues, $\frac{B}{B_0}$, $\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$, prises aux divers points du contour mouillé χ. En appelant f ce produit positif, qui se réduit à l'unité dans les cas des formules (15) et (16), nous poserons ainsi

$$(18) \qquad \text{(sur le contour mouillé } \chi) \qquad \frac{B}{B_0}\left(\frac{u}{u_0}\right)^2 = f\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» III. Portons l'expression (17) du coefficient de frottement intérieur dans les formules (12) des forces N, T, où les D, G ont d'ailleurs les valeurs (2). La petitesse du coefficient ε rendra négligeables les termes où il multipliera des dérivées de u, v, w, autres que celles de u en y, z, les seules

de grandeur notable. Il viendra donc

$$(19)\quad \begin{cases} N_x = N_y = N_z = -p, \qquad T_x = 0, \qquad T_y = \varepsilon\dfrac{du}{dz}, \qquad T_z = \varepsilon\dfrac{du}{dy}, \\ \text{avec} \qquad \varepsilon = \dfrac{\rho g}{k}\sqrt{B_0}\,\dfrac{\sigma}{\chi}\,u_0\,F\left(\dfrac{\chi y}{\sigma}, \dfrac{\chi z}{\sigma}\right). \end{cases}$$

» On en déduit d'abord aisément, à raison de la petitesse des angles faits par les normales à la surface-limite avec les plans des yz ou des sections σ, que la pression exercée sur la masse fluide par un élément quelconque de sa couche superficielle ne comprend de sensible, à part une partie principale valant $-p$ et perpendiculaire à la surface, qu'un *frottement,* dirigé à très peu près suivant les x négatifs, et exprimé par $-\varepsilon\dfrac{du}{dn}$, où $\dfrac{du}{dn}$ est la dérivée de u suivant une petite normale dn tirée, dans le plan de la section σ, sur son contour, à partir du point intérieur voisin que l'on considère. Si β désigne l'angle de cette normale, menée ainsi vers le dehors, avec les y positifs, on a

$$(20)\qquad \frac{du}{dn} = \frac{du}{dy}\cos\beta + \frac{du}{dz}\sin\beta.$$

» Près d'une surface libre, le frottement étant nul, la fonction u vérifiera donc la condition $\dfrac{du}{dn} = 0$ et p égalera la pression constante donnée de l'atmosphère contiguë. Près d'une paroi, où le frottement est régi par la formule (14), il viendra pour u, vu finalement (18), la condition

$$(21)\qquad \varepsilon\frac{du}{dn} = -\rho g B u^2 = -\rho g B_0 u_0^2\, f\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right).$$

» IV. Voyons maintenant ce que deviennent les équations indéfinies (13) et, d'abord, les deux dernières. Les dérivées en x de T_z, T_y, qui y figurent, auront, d'après (19), à l'un de leurs deux termes, le facteur ε en même temps que la dérivée très petite de u en x (différentiée en y ou z), et, à l'autre, la dérivée même de ε en x, d'un ordre de petitesse plus élevé que celui de ε à raison de la graduelle variation supposée du régime. Ces dérivées de T_z, T_y seront donc négligeables, et, comme les accélérations transversales v', w' le sont aussi, les deux dernières équations (13), débarrassées de tout terme rappelant le mouvement, signifieront que la pression moyenne p varie hydrostatiquement sur toute l'étendue de la section normale σ. *S'il y a une surface libre,* où p devra égaler la pression

constante de l'atmosphère, *son profil en travers,* limite supérieure de σ, *sera* donc *horizontal.*

» V. Dans tous les cas, la dérivée en x de p, ou de $-N_x$, indépendante de y et z, se réduit à celle de la pression moyenne p_0, mesurée le long de l'axe des x, entre les deux sections normales d'abscisses x, $x+dx$. Nous supposerons qu'on prenne cet axe, tangent, dans le cas d'un tuyau, à l'élément même ds, compris entre ces deux sections, de l'axe du tuyau, et, dans le cas d'un canal découvert, à l'élément analogue ds d'une coupe longitudinale de la surface libre, telle qu'elle est à l'époque t. Alors, si, par analogie avec p_0, l'on appelle $\mathfrak{b}_0$ l'*altitude* des divers points de l'axe du tuyau ou de la coupe longitudinale de la surface libre, la dérivée $-\frac{d\mathfrak{b}_0}{ds}$ sera la *pente* de l'élément ds, sinus de son angle avec le plan horizontal [1], et l'on aura, dans la première équation (13), $X = -g\frac{d\mathfrak{b}_0}{ds}$. Par suite, dans cette première équation (13), la somme des deux termes en N_x et en X, divisés par ρg, pourra s'écrire simplement $-\frac{d}{ds}\left(\mathfrak{b}_0 + \int \frac{dp_0}{\rho g}\right)$; et, dans le cas d'un canal découvert (où $p_0 = \text{const.}$), elle ne sera autre chose que la *pente de superficie*, cause unique de l'écoulement lorsqu'il devient uniforme. Donnons, en général, à cette expression, *indépendante de y et de z*, le nom de *pente motrice*, et désignons-la, suivant l'usage, par I, en posant ainsi

$$(22) \qquad I = -\frac{d}{ds}\left(\mathfrak{b}_0 + \int \frac{dp_0}{\rho g}\right).$$

» La première équation (13), divisée elle-même par ρg, sera l'équation indéfinie en u,

$$(23) \qquad \frac{d}{dy}\left(\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{du}{dy}\right) + \frac{d}{dz}\left(\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{du}{dz}\right) + I = \frac{u'}{g}.$$

» VI. Pour la rendre, ainsi que les conditions aux limites, indépendante des dimensions absolues de la section, prenons comme variables, au lieu de y, z, les coordonnées η, ζ du point homologue de (y, z) dans une section de rayon moyen 1, et appelons $d\nu$ la petite normale homologue de dn

---

[1] En Hydraulique c'est ce sinus, non la tangente correspondante, qu'il y a lieu de considérer, et auquel il convient de réserver le nom de *pente* : il reste le mot *inclinaison* pour désigner la tangente.

dans cette section. Autrement dit, posons

$$(24)\quad \eta = \frac{\chi y}{\sigma},\quad \zeta = \frac{\chi z}{\sigma};\quad \text{d'où}\quad \frac{d}{dy} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\eta},\quad \frac{d}{dz} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\zeta}\quad \text{et}\quad \frac{d}{dn} = \frac{\chi}{\sigma}\frac{d}{d\nu}.$$

» En même temps, substituons à ε sa valeur (19) et divisons chaque équation par le facteur, indépendant de y et z, qui lui donne la forme la plus simple. Nous aurons

$$(25)\quad \frac{d}{d\eta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\eta}\right] + \frac{d}{d\zeta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\zeta}\right] + \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{u_0^2} = \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{u'}{gu_0^2},$$

$$(26)\qquad \text{(sur le contour)}\qquad F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\nu} = -k\sqrt{B_0}f(\eta,\zeta).$$

» Ces relations sont complètement indépendantes du choix des axes. En effet, leurs deux seuls termes qui paraissent en dépendre, savoir, les deux premiers de (25), si l'on y effectue les différentiations en η, ζ, puis qu'on y introduise les paramètres différentiels Δ_1, Δ_2 des deux premiers ordres des fonctions de point qui y figurent, reviennent ensemble à

$$F\Delta_2\frac{u}{u_0} + \Delta_1 F\,\Delta_1\frac{u}{u_0}\cos\lambda,$$

où λ désigne l'angle des deux normales aux courbes $F = \text{const.}$, $\frac{u}{u_0} = \text{const.}$

» Il suffit de supposer $f(\eta,\zeta) = 0$ à la surface libre, pour que la condition (26) au contour comprenne celle qui régit u sur une telle surface. L'on voit d'ailleurs que cette dernière condition sera satisfaite d'elle-même, si l'on peut former la solution pour le cas d'un tuyau plein ayant sa section composée de la proposée et de sa symétrique par rapport à son bord supérieur (ou profil en travers horizontal de la surface libre), avec symétrie de structure des parois de part et d'autre; car la fonction de point u y prendra naturellement mêmes valeurs de part et d'autre de cette droite, sur laquelle s'annulera dès lors sa dérivée suivant le sens normal, continue dans tout l'intérieur du contour total 2χ.

» VII. La vitesse absolue u_0, au point du contour où $B = B_0$, s'obtient en appliquant le principe des quantités de mouvement, suivant les x, à la tranche fluide comprise entre les deux sections d'abscisses x, $x + dx$, ou, ce qui revient au même, en multipliant (25) par $d\sigma = \frac{\sigma^2}{\chi^2}d\eta\,d\zeta$ et puis intégrant dans toute l'étendue de la section σ, sans négliger de convertir les

deux premiers termes, à la manière ordinaire, en intégrales sur le contour de σ, que la relation (26) conduit à ne prendre que pour la partie mouillée χ de ce contour. L'introduction sous les signes $\int$ des rapports $\frac{d\chi}{\chi}$, $\frac{d\sigma}{\sigma}$, indépendants des dimensions absolues de σ, donne enfin, après quelques transformations évidentes,

$$(27) \qquad B_0 u_0^2 \int_\chi f(\eta, \zeta) \frac{d\chi}{\chi} = \frac{\sigma}{\chi}\left(I - \int_\sigma \frac{u'}{g}\frac{d\sigma}{\sigma}\right).$$

» Le coefficient de u_0^2, dans le premier terme, est tout connu, puisque la fonction $f(\eta, \zeta)$ s'y trouve donnée en η ou ζ le long du contour mouillé χ. Cette formule fera donc connaître u_0 dès que la pente motrice I et les accélérations u' seront données. Puis le système (25), (26) déterminera complètement le rapport $\frac{u}{u_0}$, déjà égal à 1 au point du contour mouillé où $B = B_0$; et, par suite, il déterminera la vitesse u pour tous les points de la section. En effet, s'il pouvait admettre deux solutions distinctes, leur différence, que j'appellerai $\mu(\eta, \zeta)$, vérifierait évidemment les deux équations

$$\frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mu}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mu}{d\zeta}\right) = 0, \qquad \text{(sur le contour)} \qquad F\frac{d\mu}{d\nu} = 0.$$

Or la première, multipliée par $\mu\, d\eta\, d\zeta$, et intégrée par parties dans toute l'étendue d'une section, en y détachant à la manière ordinaire des intégrales prises sur le contour, donne, vu la seconde, un premier membre tout composé d'éléments non positifs, et dont l'annulation identique exige que l'on pose $\mu =$ const. dans tout l'intérieur de la section. Or cette différence μ s'annule au point où $B = B_0$ et où elle se réduit à $1 - 1$. Donc elle s'annule partout. »

M. **Appell**, en présentant à l'Académie le premier fascicule d'un Ouvrage intitulé : *Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et Applications*, dont il est l'auteur en collaboration avec M. *Lacour*, Professeur au lycée Saint-Louis, s'exprime de la façon suivante :

« Nous nous proposons, dans cet Ouvrage, de rendre facilement accessibles la théorie et les applications des fonctions elliptiques. Dans ce but, nous réduisons au minimum les emprunts à la théorie des fonctions, en prenant comme point de départ la notion du développement d'une fonc-

tion uniforme par la formule de Taylor; nous n'employons pas la théorie des intégrales prises entre des limites imaginaires. Nous donnons d'ailleurs, dans un premier Chapitre, les définitions de tous les termes employés en Analyse dont nous sommes amenés à faire usage. La théorie des fonctions elliptiques est précédée d'un résumé des principales propriétés des fonctions trigonométriques et des fonctions rationnelles, dont le but est de mettre en évidence les analogies des fonctions elliptiques avec ces fonctions élémentaires, auxquelles elles se réduisent, quand l'une des périodes seule devient infinie ou quand les deux périodes deviennent simultanément infinies.

» Quant aux applications, elles se rapportent à la Géométrie, à la Mécanique rationnelle et à la Physique mathématique.

» La théorie des fonctions elliptiques se complique d'une question de pure forme, à cause de la variété des notations employées; nous nous sommes interdit d'introduire aucune notation nouvelle. Nous avons exposé, simultanément, deux systèmes de notations qui sont appelés à subsister d'une manière définitive : le système de Jacobi, suivi par M. Hermite dans toutes ses recherches, et celui de M. Weierstrass. Les applications sont faites tantôt dans le premier, tantôt dans le second système. »

M. **Albert Gaudry** s'exprime en ces termes :

« Lady Prestwich me prie d'annoncer la mort de Sir *Joseph Prestwich*, Correspondant de l'Académie dans la Section de Minéralogie. Prestwich a été d'abord négociant en vins. Pendant qu'il exerçait son commerce, il commençait de très importantes recherches géologiques. Bientôt il s'est élevé au plus haut rang dans la Science; il est devenu professeur de Géologie à l'Université d'Oxford, et, il y a peu de temps, il a été fait Sir, en considération de ses grands travaux scientifiques. Personne n'a réuni des observations aussi nombreuses et aussi précises que lui sur les terrains quaternaires. Il a été un des premiers à faire reconnaître l'intérêt des découvertes de Boucher de Perthes. Entouré parmi les savants anglais d'une universelle estime, il était également très connu et très aimé par les géologues français. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Newcomb*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Backhuyzen obtient.	38	suffrages,
M. Christie »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Backhuyzen**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

RAPPORTS.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bazin, *intitulé* « *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux* ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Léauté; Boussinesq, rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Bazin soumet au jugement de l'Académie et dont nous avons l'honneur de vous rendre compte, a pour titre : *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux*. Cette question, une des plus importantes de l'Hydraulique, avait pu être abordée, il y a quarante-cinq ans, par Henri Darcy, grâce aux perfectionnements qu'il venait d'apporter au tube hydrométrique de Pitot et qui transformaient ce tube en un instrument aussi commode que précis pour la mesure des vitesses d'un liquide à l'état de mouvement quasi permanent. Aussi, malgré le médiocre calibre des tuyaux de conduite sur lesquels il fit ses observations. découvrit-il deux lois importantes du phénomène, consistant en ce que le décroissement de la vitesse à partir de l'axe du tuyau, entre cet axe et tout point qui en est distant d'une fraction donnée du rayon, varie comme la racine carrée de la pente motrice et ne dépend pas sensiblement du degré de rugosité de la paroi.

» Mais, quant à la loi principale, celle qui relie le même décroissement à la distance à l'axe, il ne réussit pas à la dégager, parce qu'il put à peine explorer, avec le tube indicateur, la moitié centrale de l'aire des sections, faute d'espace lui permettant de le porter plus loin de l'axe sans avoir à craindre qu'un trop grand voisinage de la paroi n'altérât la vitesse même à mesurer.

» Or, c'est seulement aux grandes distances relatives de l'axe que le décroissement en question de la vitesse devient notable et que se différencient beaucoup entre elles les diverses formules susceptibles de le représenter. Aussi la loi de proportionnalité de ce décroissement à la puissance $\frac{3}{2}$ de la distance, que Darcy crut pouvoir déduire de ses observations, fut-elle démentie quelques années après, ou tout au moins rendue très invraisemblable, par de nombreux mesurages de vitesses dans des canaux découverts demi-circulaires coulant à pleins bords, très analogues par conséquent à des tuyaux et où (sauf les troubles habituels au voisinage de la surface libre) le décroissement dont il s'agit fut trouvé en raison directe du cube de la distance à l'axe.

» Des observations plus complètes sur les tuyaux de conduite étaient donc nécessaires. M. Bazin vient de les faire près de Dijon, avec le soin et la sagacité qui lui sont ordinaires, sur un tuyau en ciment de $0^m,80$ de diamètre et 80^m de longueur, alimenté par le canal de Bourgogne. Après avoir reconnu que le régime uniforme y existait dans toute la seconde moitié de la longueur, il a effectué ses mesures de vitesses sur les deux sections situées au milieu et aux trois quarts de la longueur totale, sans compter, au premier quart de celle-ci, une autre section où les vitesses des divers filets fluides, moins inégales entre elles que plus en aval, accusaient un régime en train sans doute de s'uniformiser, mais sensiblement variable encore, malgré un parcours déjà accompli de vingt-cinq fois le diamètre du tuyau.

» Les mesurages, pris au centre et, sur au moins quatre rayons en croix, aux $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{15}{16}$ des rayons, ont confirmé comme loi approchée la proportionnalité du décroissement de la vitesse au cube de la distance à l'axe, avec le même coefficient que dans les canaux demi-circulaires. Mais il y a, entre ce que donne cette loi et la réalité, un petit écart, c'est-à-dire une correction à effectuer, positive sur environ les trois premiers quarts des rayons et sur le dernier tiers de leur quatrième quart, négative dans l'intervalle, avec un maximum, un peu après le milieu des rayons,

s'élevant dans le tube expérimenté aux $\frac{27}{1000}$ de la vitesse moyenne et, plus loin, un minimum (ou maximum négatif) d'environ $\frac{1}{100}$ de la vitesse moyenne dans le même tuyau.

» Après avoir représenté cette correction par le carré d'une fonction du second degré (ce qui revient à négliger ses valeurs négatives), M. Bazin a reconnu qu'il faudrait une expression plus complexe pour bien remplir ce but, et, renonçant à la chercher, il a figuré d'une manière assez approchée le mode de variation des vitesses par un arc d'ellipse, avec des écarts qui atteignent toutefois, dans le cas du tuyau expérimenté, $\frac{11}{1000}$ de la vitesse moyenne.

» Le Mémoire contient encore une évaluation de la perte de charge à l'entrée non évasée du tuyau ; et le Tableau, qu'il donne, des vitesses aux diverses distances de l'axe dans la section où le mouvement n'était pas encore réglé (après un parcours, depuis l'entrée, de 25 diamètres), constituera un document important pour la théorie peu étudiée jusqu'ici de l'établissement du régime uniforme dans les tuyaux de conduite.

» En résumé, les nouvelles expériences de M. Bazin tranchent définitivement une question restée longtemps en suspens et dont la solution était très désirable. Leurs résultats montrent que des lois communes régissent, d'une part, l'écoulement dans les tuyaux, d'autre part, l'écoulement à ciel ouvert, et qu'une théorie embrassant l'un et l'autre à la fois n'est nullement chimérique. Enfin, ces résultats, en permettant une deuxième approximation du problème de l'écoulement dans les lits à section circulaire ou demi-circulaire, amèneront un nouveau progrès de nos idées touchant l'importante question du frottement intérieur des fluides agités. En conséquence, nous proposons à l'Académie de remercier M. Bazin et son aide expérimenté, M. Hégly, de leur importante Communication, et d'ordonner l'insertion du Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*, où se trouvent déjà les *Recherches hydrauliques* soit de Darcy, soit de M. Bazin lui-même, qui ont fondé nos connaissances sur cette branche capitale de la Mécanique des fluides. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Contrôle de la pédale dynamométrique de bicyclette.* Note de M. **Bouny**, présentée par M. Marey.

(Renvoi au concours du prix Fourneyron.)

« Dans les expériences faites à la Station physiologique sous la direction de M. Marey, les chiffres trouvés pour le travail développé dans la locomotion à bicyclette diffèrent un peu de ceux donnés par M. Bourlet dans son *Traité des bicycles et bicyclettes*. On pouvait donc craindre que, au cours des opérations compliquées et délicates de l'analyse graphique d'un coup de pédale, il ne se glissât de temps à autre des erreurs. Aussi avons-nous cru utile de soumettre la méthode employée à une vérification.

» L'analyse d'un coup de pédale se faisant en deux temps : 1° construction de l'épure géométrique; 2° construction de l'épure dynamométrique, ce contrôle devait porter sur les deux opérations successives.

» Nous obtenons l'épure géométrique d'un coup de pédale en faisant inscrire sur le disque, à côté des courbes dynamométriques, et au moyen d'une troisième courbe, les aires décrites par la manivelle. Nous employons pour cela une came sinueuse à 14 dents calée sur la roue dentée de la bicyclette. Or cette came actionne, par l'intermédiaire de deux tambours à levier réunis par un tube de transmission par l'air, un petit style traceur monté sur la pédale à côté des styles dynamométriques. On peut se demander si le passage de chaque dent de la came sinueuse devant le galet du tambour moteur est pointé, sur le disque d'inscription, par le deuxième tambour à l'instant précis où ce passage a lieu, et s'il n'y a pas un certain retard dû à la transmission. Pour trancher la question expérimentalement, nous avons placé la bicyclette sur un bâti analogue à celui des appareils usités pour s'entraîner en chambre. Une tringle métallique rigide, fixée au bâti et coulissant sur la pédale, assujettit le plan de celle-ci à passer par un point fixe. Cherchant ensuite à retrouver cette direction par la discussion de la courbe sinueuse tracée sur le disque, nous avons constaté que l'épure obtenue diffère de l'épure réelle, et qu'il y a bien un retard dans la transmission. Ce retard est d'environ $\frac{1}{150}$ de seconde pour un tube de transmission de 5^{mm} de diamètre et de 2^{m} de long. Il est facile d'en tenir compte dans une expé-

rience, connaissant la vitesse de translation v de la machine et son développement d. Cherchons, en effet, à calculer le nombre de degrés n de l'arc décrit par la pédale pendant la durée de la transmission.

» La machine parcourant v mètres par seconde et chaque tour de manivelle correspondant à un parcours de d mètres, le nombre des tours de manivelle par seconde est de $\frac{v}{d}$, par conséquent, le nombre de degrés de l'arc décrit par la pédale est de

$$\frac{v}{d} \times 360$$

pour une seconde et, pour $\frac{1}{150}$ de seconde,

$$n = \frac{v}{d} \times \frac{360}{150}.$$

» Par exemple, pour une vitesse de translation de 30^{km} à l'heure, la machine parcourt par seconde $8^{\text{m}},33$; son développement étant, d'autre part, de $5^{\text{m}},65$, on obtient, en remplaçant v et d par ces valeurs,

$$n = 3^\circ 32''.$$

» L'angle que faisait la manivelle avec la verticale au moment où la dent spéciale était en prise devra donc être augmenté de $3^\circ 32''$.

» Ce point étant éclairci, on peut se demander si les données *dynamométriques* de l'appareil doivent être acceptées sans restriction. La graduation des ressorts se fait par une expérience *statique*, ce qui peut être une cause d'erreur; la friction des styles sur le disque, les frottements intérieurs du mécanisme dynamométrique, enfin et surtout les irrégularités dans le tracé dues aux vibrations peuvent fausser les indications de l'appareil.

» Pour savoir si le travail calculé correspond exactement au travail réel, la bicyclette étant montée sur son bâti, nous avons placé sur son axe arrière un frein de Prony. La cadence des coups de pédale est réglée par un métronome; un volant régularise le mouvement des pédales, comme dans les conditions normales de marche, où la masse du cycliste et de sa machine font office de volant. Malgré cela, la vitesse n'était pas suffisamment uniforme pour que le frein de Prony ordinaire, à poids, fût applicable. D'ailleurs, la nécessité d'éviter la fatigue du sujet obligeait à choisir un procédé expéditif. Aussi avons-nous fait usage d'un frein de Prony à cadran, dont le levier s'équilibre lui-même comme le fléau d'un pèse-lettres

et oscille devant un cadran gradué de manière à donner directement le travail par tour de pédale.

» Les résultats ont été satisfaisants. Ne disposant que d'une seule pédale dynamométrique, nous l'avons montée alternativement à droite et à gauche; puis nous avons cherché si le travail mesuré par la pédale dynamométrique était égal, supérieur ou inférieur à la moitié du travail du frein pour un tour de manivelle. Les chiffres obtenus montrent que, pour le sujet considéré, le travail du pied droit était toujours supérieur à celui du pied gauche, et que le travail de l'ensemble des deux pieds surpassait d'environ 5 pour 100 le travail au frein. Ce dernier fait tient vraisemblablement aux résistances des axes des pédales, de la chaîne, de l'axe du pédalier, de la came et de l'axe du volant, résistances qu'il sera nécessaire de tarer pour que ce frein de Prony constitue un moyen de contrôle absolument précis. »

CORRESPONDANCE.

M. **Gill**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le 1er volume d'un Ouvrage de M. *A. Lacroix*, ayant pour titre : « Minéralogie de la France et de ses colonies » (présenté par M. Fouqué);

2° Une Notice de M. *Zeiller*, sur « le marquis de Saporta, sa vie et ses travaux » (présenté par M. Chatin);

3° Un Ouvrage de M. *Gino Loria* intitulé : « Il passato ed il presente delle principali Teorie geometriche ».

PHYSIQUE. — *Expériences actinométriques faites au mont Blanc, pour déterminer la constante solaire*. Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. Mascart.

« Un certain nombre d'auteurs ont fait des recherches pour déterminer la constante solaire, c'est-à-dire la quantité de calories reçues normalement en une minute sur une surface de 1^cq à la limite de l'atmosphère.

Pouillet et plusieurs autres physiciens ont trouvé, pour cette constante, des nombres voisins de $1^{cal},750$. Mais, depuis quelque temps, divers auteurs ont donné des chiffres parfois beaucoup plus élevés et inclinent à croire que la constante doit être voisine de 3 calories.

» Nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences, dans l'espoir d'arriver à une détermination plus précise. Nous nous sommes servi de la méthode de M. Violle, qui consiste à opérer simultanément à deux stations à des niveaux très différents, pour pouvoir tenir compte d'une façon plus certaine de l'absorption atmosphérique.

» Nous avons fait une première série d'observations les 28, 29, 30 et 31 juillet 1887, avec l'*actinomètre absolu de M. Violle*. Nous opérions au sommet du mont Blanc (4807^{m}), tandis que M. Henri Vallot opérait à Chamonix (1040^{m}). Les éléments météorologiques de l'atmosphère nous étaient fournis par les observations faites à ces deux stations et, en outre, par des enregistreurs placés aux Grands-Mulets (3020^{m}).

» Cette série comprend 7 observations au mont Blanc et 8 à Chamonix, sans compter 3 observations rejetées à cause des vapeurs contenues dans l'atmosphère.

» Nous avons fait une seconde série d'observations, les 18 août et 19 septembre 1891, avec l'*actinomètre à mercure de M. Crova*. Nous avons opéré d'abord à notre observatoire (4360^{m}), ensuite au sommet du mont Blanc (4807^{m}), tandis que Mme Gabrielle Vallot opérait à Chamonix (1040^{m}).

» Cette série comprend quarante-neuf observations au mont Blanc et quarante-cinq à Chamonix. Ces observations ont servi à calculer treize moyennes horaires au mont Blanc et treize à Chamonix, après l'exclusion de neuf moyennes rejetées à cause des vapeurs contenues dans l'atmosphère.

» Pour le calcul de la constante solaire, nous avons calculé les coefficients à l'aide des couples d'observations simultanées aux deux stations. La constante a ensuite été calculée successivement par les formules de Pouillet et de M. Violle, ensuite par la méthode de M. Crova. L'emploi de chaque formule nous a donné de bonnes séries, suffisamment comparables. La discussion des chiffres obtenus avec les formules de Pouillet et de M. Violle nous a conduit à adopter un chiffre intermédiaire. Voici la moyenne des deux séries calculée par ces divers moyens :

Expériences de 1887.	Formule Pouillet-Violle	$A = 1,700$
» 1891.	»	$A = 1,684$
» 1891.	Formule de Crova	$A = 1,694$

» Nous ferons remarquer la concordance de ces résultats, obtenus avec deux instruments totalement différents, et calculés par deux méthodes distinctes.

» La constante solaire paraît voisine de 1,700, chiffre peu différent de celui qu'avait donné Pouillet.

» On peut aussi, par un calcul très simple, montrer que la constante solaire est bien loin d'être égale à 3^{cal}. La constante est égale à la quantité de chaleur observée à la station, augmentée de la quantité absorbée par l'atmosphère; or, au mont Blanc, on peut mesurer la plus grande partie de cette absorption.

» Avec nos deux stations simultanées, la mesure de l'absorption est faite sur un tiers de la colonne d'air totale, et la mesure de cette colonne est connue *exactement*, par l'observation des baromètres. La vapeur d'eau ne peut pas être mesurée aussi exactement, mais la quantité qui existe au-dessus de la station supérieure *n'atteint pas le dixième* de celle qui se trouve entre les deux stations; la mesure de l'absorption de la vapeur d'eau est donc faite sur plus des neuf dixièmes de la quantité totale de vapeur.

» Une simple proportion suffirait pour calculer l'absorption totale, si l'on pouvait mesurer séparément l'absorption de l'air et celle de la vapeur d'eau. Malheureusement, ces deux quantités ne peuvent pas être séparées et l'on n'en connaît que très imparfaitement le rapport. Mais si nous calculons l'absorption, d'abord pour l'air, ensuite pour la vapeur, en supposant successivement que chacun produit l'absorption totale, la somme de ces deux absorptions donnera un maximum qui ne pourra jamais être atteint.

» Nous choisirons pour exemple la radiation la plus élevée que nous ayons obtenue au mont Blanc, $1^{cal},565$ le 29 juillet 1887, à 11^h30^m du matin. En supposant l'air seul absorbant, le calcul donne une absorption de $0^{cal},407$ et, en supposant la vapeur d'eau seule absorbante, $0^{cal},017$. La somme $0^{cal},424$, ajoutée à la radiation mesurée $1^{cal},565$, donnera 1,989 comme chiffre ne pouvant pas être atteint par la constante solaire. On voit donc que cette constante est inférieure à 2^{cal}. Pour qu'elle atteigne 3^{cal}, il faudrait que la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, au-dessus du sommet du mont Blanc, fût au moins cent fois plus considérable que ne l'indique le calcul.

» Le détail et la discussion de nos observations paraîtront prochainement dans le tome II des *Annales de l'observatoire du mont Blanc*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons limites* ($\lambda = 0$). Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« La forme de l'équation (4) (voir *Comptes rendus*, p. 1474) m'a suggéré de traiter la même question d'une autre manière. Cette équation, en effet, ressemble à celle de la propagation de la chaleur dans une barre très longue, ou de la propagation de l'électricité dans un fil cylindrique, avec perte latérale. D'autre part, on sait que, dans la théorie électromagnétique de la lumière, ξ, dans le cas d'une onde plane, représente ce que Maxwell appelle *le potentiel vecteur*.

» Supposons, pour un instant, que, dans le trajet de ces radiations limites, qu'on prendra comme constituant un tube, le potentiel vecteur ne varie qu'avec z. Le flux, qui passe par la section ω d'abscisse z, est

$$-k\omega\frac{d\xi}{dz},$$

k dépendant de la nature du milieu. Le flux, qui traversera ainsi la section voisine $z + dz$, sera

$$-k\omega\frac{d(\xi + d\xi)}{dz}.$$

» Donc le flux total, qui reste dans un volume de longueur dz, est

$$k\omega\frac{d^2\xi}{dz^2}dz,$$

qui doit être nul; on aura donc

$$\frac{d^2\xi}{dz^2} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \xi = \xi_0 + az.$$

» Or, dans le cas réel, le potentiel vecteur dans le vide (pour $\lambda = 0$) est constant; on a donc

$$a = 0.$$

» Supposons maintenant que ces perturbations spéciales se propagent dans un milieu absorbant; cette absorption peut être assimilée à une espèce de diffusion; elle est, par conséquent, équivalente à un flux dans le milieu ambiant. Comme le flux total doit être nul, il faut que le gain $k\omega\frac{d^2\xi}{dz^2}dz$ soit égal à la perte. Cette perte est proportionnelle ici à ξ et au vo-

lume $\omega\, dz$, et non pas à la surface latérale (et c'est en cela que consiste la différence avec les autres cas cités, où la perte est latérale); on doit donc avoir

$$k \frac{d^2\xi}{dz^2} = \varpi\xi,$$

ϖ dépendant aussi de la nature du milieu.

» Si l'on se rapporte aux problèmes analogues de la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans un fil, on voit que le coefficient k est analogue *au pouvoir conducteur* pour la chaleur ou *au pouvoir inducteur spécifique* pour l'électricité, ou enfin à la perméabilité des corps poreux en Hydrodynamique. k est donc ici inversement proportionnel au coefficient d'élasticité spéciale qui naît dans le milieu par cette propagation, qui est égal au rapport P_1 de la force avec le déplacement qui la produit. On a donc

$$k = \frac{1}{P_1}.$$

» D'autre part, ϖ doit avoir aussi une signification électrique, être, par exemple, un pouvoir spécifique de diffusion dans le milieu, ou une espèce de conductibilité pour ces radiations. Quoi qu'il en soit, la solution générale compatible avec les conditions du problème est

$$\xi = \xi_0 e^{-z\sqrt{P_1\varpi}},$$

et, en la comparant à la solution (5) de ma Note précédente (p. 1475) on trouve

$$\varpi = 1 - \frac{P_1}{P_1 + H_1} = \frac{H_1}{P_1 + H_1}.$$

» On peut donc aussi prendre les radiations limites ($\lambda = 0$) comme un flux électromagnétique spécial, par analogie, je le répète, avec les cas cités de la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans un fil. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du phosphore dans les sels fondus et dans certains produits métallurgiques.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Les phosphates fondus, soumis à l'action de l'étincelle condensée suivant le dispositif que j'ai déjà employé pour d'autres sels [1], donnent

[1] *Comptes rendus,* 8 juillet 1895 et 8 juin 1896.

un très beau spectre de lignes du *phosphore*, facile à obtenir et supérieur, en netteté comme en intensité lumineuse, à celui des tubes de Plücker à phosphore. J'ai repris ainsi l'étude du spectre de ce métalloïde, entreprise autrefois par M. Salet avec une moindre dispersion, et dans des conditions différentes dont on trouvera l'exposé dans le *Traité de Spectroscopie* de cet auteur qui y a corrigé et modifié les résultats antérieurement (1) donnés par lui-même.

» J'ai fait principalement usage du phosphate de soude et du phosphate de potasse fondus, et en retranchant du spectre donné par ces sels les raies du sodium ou du potassium mentionnées dans une précédente Note (2), j'ai obtenu les longueurs d'onde suivantes pour le spectre de lignes du phosphore.

	650,6	Diffuse.
	645,8	Bien marquée.
	608,8	Bien visible, non vue par Salet.
α.	604,2	Forte, vive,
	603,45	Assez forte, fine.
	602,5	Forte, vive.
β.	549,85	Assez bien visible.
	546,2	Faible.
	545,3	Faible.
γ.	542,35	Très forte.
	540,9	Forte, non vue par Salet.
	538,5	Forte, non vue par Salet.
	534,0	Forte, plutôt diffuse, non vue par Salet.
	531,1	Forte.
	529,2	Forte.
δ.	525,0	Très forte.
	496,8	Assez bien visible, diffuse, non vue par Salet.
	494,1	Bien marquée.
ε.	460,3	Très forte.
	458,85	Très forte.

» Les désignations alphabétiques de raies sont celles de M. Salet.

» Il y a peu de différence d'intensité entre les raies indiquées *très fortes* et celles notées *fortes*.

» Les raies les plus faciles à reconnaître, par leur position et leur aspect, sont d'abord le triplet Phα du rouge et le doublet Phε du bleu, ensuite les raies vertes de-

(1) *Thèse de Doctorat*, Paris, 1892, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVIII.

(2) *Comptes rendus*, 15 juin 1896.

puis Phγ jusqu'à Phδ. Trois d'entre ces dernières n'ont pas été vues par M. Salet; mais elles correspondent en intensité et à peu près en position avec des lignes figurant sur a planche du Mémoire de Plücker, d'où leur longueur d'onde a été approximativement déduite par M. Watts. D'ailleurs, les spectres publiés par Plücker puis par M. Salet avaient été fournis par des tubes contenant, soit de la vapeur de phosphore à pression réduite, soit du perchlorure de phosphore dont on avait éliminé les raies du chlore, par conséquent dans des conditions de production différentes comme pression et comme température.

» Le spectre du phosphore que je viens de donner n'est pas spécial seulement aux sels fondus, je l'ai reconnu aussi à froid dans les produits métallurgiques phosphorés qui, soumis à l'examen spectral direct dans l'étincelle condensée, avec mon dispositif pour l'étude des minéraux ([1]), montrent aisément, au milieu des raies du métal, celles du phosphore. Ces dernières sont particulièrement visibles et brillantes dans les phosphures de cuivre, où les raies métalliques sont peu nombreuses. Dans les fontes phosphoreuses, la multiplicité des raies du fer rendrait la recherche de celles du phosphore plus difficile si le triplet Phα ne se détachait très vif dans le rouge. Cet effet a été bien caractéristique et persistant avec une fonte à 2 pour 100 de phosphore provenant d'un obligeant envoi de M. Meyer, directeur des usines de Dudelange (Luxembourg). Un phosphure de fer, extrait par M. Friedel de la météorite de Cañon Diablo, m'avait aussi donné les principales raies du phosphore. J'ai poursuivi ensuite la recherche de celles-ci dans des fontes analysées au Bureau d'essai de l'École des Mines et mises libéralement à ma disposition par M. Adolphe Carnot, et j'ai constaté que la présence du triplet Phα, de plus en plus passagère avec la diminution de la teneur en phosphore du métal, devenait à peu près invisible dans des limites comprises entre le centième et le millième. Pour d'autres métalloïdes aussi, il m'avait semblé que la *durée* d'apparition de leur spectre dans les composés métalliques, les minéraux et les sels fondus, était, sinon proportionnelle à la quantité du métalloïde contenu, du moins fonction de celle-ci. Peut-être trouvera-t-on là une base pour de nouvelles tentatives d'analyse spectrale quantitative. Quoi qu'il en soit, j'ai cru intéressant d'insister sur l'identité du spectre de lignes du phosphore, aussi bien dans les sels fondus que dans les phosphures métalliques employés dans l'industrie ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, 12 mars, 2 avril, 2 juillet 1894, et *Analyse spectrale directe des minéraux,* Paris, 1895.

([2]) Ce Travail a été fait au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne de M. Friedel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide nitrosodisulfonique bleu et sur quelques-uns de ses sels*. Note de M. PAUL SABATIER.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 22 juin 1896), j'ai fait connaître la préparation d'un acide nouveau, fortement coloré en bleu foncé. Cet acide, que la préparation décrite fournit en solution dans l'acide sulfurique concentré, paraît être, ainsi que nous l'avons établi, l'acide nitrosodisulfonique $AzO(SO^3H)^2$, connu seulement auparavant par son sel de potassium jaune, très instable, à solutions aqueuses pourpres, rapidement altérées et destructibles par l'addition des acides.

» *Propriétés de l'acide*. — Les solutions sulfuriques de l'acide libre se décomposent peu à peu, à la température ordinaire, en donnant de l'acide sulfurique, de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde azotique. L'élévation de température favorise cette décomposition, qui n'est pas encore très rapide à 100°. Agitées à *l'air*, elles se décolorent promptement par oxydation en dégageant des vapeurs nitreuses, et formant de l'acide nitrosulfurique.

» Une solution d'*eau oxygénée* ou d'*acide persulfurique* dans l'acide sulfurique concentré réalise, de même, une décoloration rapide. Le *chlore* produit un résultat analogue, mais le *brome* n'agit que beaucoup moins vite et peut subsister quelque temps à l'état de dissolution verdâtre dans le composé bleu primitif.

» L'*iode* employé en solution sulfurique paraît à peu près sans action propre.

» Le *chlorate de potasse* introduit en petite dose amène immédiatement la décoloration. Le *perchlorate*, au contraire, n'agit qu'à la longue.

» Les *chlorures alcalins* sont violemment décomposés avec dégagement de gaz chlorhydrique et mise en liberté de chlore.

» L'*iodure de potassium* agit comme sur l'acide sulfurique; la décoloration est immédiate et tout l'iode est éliminé.

» L'*acide azotique* amène immédiatement la décoloration par oxydation.

» Au contraire, l'*acide sulfureux* est sans action et peut exister à dose élevée dans la liqueur sans nuire à sa conservation.

» L'*eau* détruit vivement le composé avec production de gaz nitreux et d'acide sulfurique.

» *Formation des sels*. — L'addition à la liqueur bleue de la plupart des oxydes métalliques anhydres ou hydratés, aussi bien que des carbonates,

amène généralement une réaction très vive qui conduit à la destruction de l'acide bleu et à la production exclusive de sulfates. C'est ce qui a lieu pour les oxydes ou carbonates alcalins, alcalino-terreux, ceux de nickel, cobalt, magnésium, aluminium, argent, plomb, cadmium, zinc, etc., et aussi les carbonates manganeux ou ferreux.

» Le nitrosodisulfonate correspondant à ces divers métaux ne peut sans doute exister en présence d'acide sulfurique concentré, et la formation provisoire du sel, immédiatement détruit par l'acide sulfurique, favorise la destruction propre de l'acide.

» Au contraire, l'*oxyde ferrique* introduit dans le liquide bleu refroidi vers 0° se dissout peu à peu en donnant, sans dégagement de gaz, une liqueur rose vineux.

» De même le *carbonate cuivrique* vert fournit, avec dégagement de gaz carbonique, une solution bleu foncé, un peu plus violette que l'acide qui l'a produite, mais *d'une teinte incomparablement plus intense*. L'oxyde cuivrique ou l'hydrate cuivrique conduisent à un résultat identique.

» L'*hydrate chromique* gris bleu $Cr(OH)^3$ produit de même une liqueur bleu foncé, dont la teinte, peu différente de celle du cuivre, est, comme cette dernière, bien plus intense que celle de l'acide générateur.

» Les liqueurs roses et bleues ainsi préparées sont plus stables que l'acide libre, et elles peuvent d'ailleurs être préparées par d'autres voies.

» Ainsi le sel cuivrique est obtenu très facilement par la réaction que nous avons récemment décrite (*Comptes rendus*, 15 juin 1896, p. 1417) : il suffit de traiter par le *cuivre* métallique ou par un *composé cuivreux* quelconque la liqueur obtenue en dissolvant brusquement du nitrite de sodium sec dans un grand excès d'acide sulfurique concentré, et que nous appellerons pour simplifier *nitrososulfurique*.

» Celle-ci est réduite avec dégagement d'oxyde azotique. On a par exemple avec le cuivre :

$$\begin{aligned} &2\,AzO^2(SO^3H) + SO^4H^2 + Cu^2 \\ &\quad = AzO(SO^3)^2Cu + CuSO^4 + AzO + 2H^2O. \end{aligned}$$

» Nous avons pensé qu'une réduction analogue, réalisée par le *fer* ou les *composés ferreux*, donnerait le nitrosodisulfonate ferrique rose.

» C'est, en effet, ce qui a lieu sans difficultés.

» Un clou de fer bien brillant, plongé dans la solution nitrososulfurique, se revêt immédiatement d'une teinte rose très brillante, et bientôt, en même temps que de l'oxyde azotique se dégage lentement en fines bulles,

des filets roses partant du métal se diffusent dans le liquide et le colorent en rose cobalt de plus en plus intense. C'est une belle expérience de cours.

» Le fer, réduit par l'hydrogène, agit beaucoup plus vite et donne presque immédiatement une liqueur très colorée.

» On arrive plus rapidement encore au même résultat en versant dans la liqueur nitrososulfurique une goutte de solution concentrée de sulfate ou de chlorure ferreux, ou bien un fragment d'oxalate ferreux. Le sulfure ferreux produit une réaction semblable. L'addition d'un composé ferrique n'amène aucune coloration. L'intensité de la teinte est telle qu'elle se manifeste dans l'acide sulfurique contenant seulement des traces d'acide azoteux ou azotique. Cette réaction colorée servant à caractériser les produits nitreux est d'ailleurs connue depuis longtemps et a été signalée par divers chimistes (Desbassins de Richemont, Price, Vogel, etc.); mais elle était demeurée inexpliquée et on la rapportait généralement à la production, qui est parfois simultanée, de la combinaison brune de l'oxyde azotique avec les sels ferreux. Nous savons au contraire que la coloration rose appartient au nitroso-disulfonate ferrique.

» Contrairement à notre attente, le *chrome* métallique n'agit pas sensiblement sur la solution nitrososulfurique, qui n'est pas davantage réduite par les composés *chromeux*, chlorure, acétate. Au contraire, j'aurai l'honneur de montrer, dans une prochaine Communication, que de nombreux corps simples et composés réduisent la liqueur nitrososulfurique en donnant de l'acide nitrosodisulfonique bleu et peuvent ainsi servir à préparer facilement les sels stables que cet acide fournit avec le cuivre, le fer et le chrome. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'iode sur le chlorure stanneux.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« L'étain donne, comme on le sait, deux séries de composés avec les halogènes, l'une, la série stannique SnR^4, dans laquelle les valences de l'étain sont saturées, l'autre la série stanneuse SnR^2, dont les composés représentent des corps non saturés et tendant à se transformer en combinaisons du type SnR^4.

» Le chlorure, par exemple, $SnCl^2$ fixe très facilement du chlore pour

donner naissance au tétrachlorure. Ladenburg a montré (¹) qu'il pouvait également fixer du brome, sans doute pour donner le chlorobromure $SnCl^2Br^2$. Il a, en effet, obtenu un liquide qui commençait à bouillir à 130°. Le produit distillé correspondait à la formule $SnCl^3Br$. La distillation s'achevait à 190° et ce qui passait alors correspondait à la formule $SnClBr^3$.

» J'ai pensé que le chlorure stanneux était susceptible de fixer de l'iode pour donner naissance au chloroiodure d'addition $SnCl^2I^2$. Je rapporterai mes expériences.

» Le chlorure stanneux anhydre, finement pulvérisé, a été placé dans un flacon bien desséché. Sur ce chlorure stanneux on faisait arriver du sulfure de carbone contenant de l'iode en dissolution. Celui-ci est d'abord décoloré rapidement, puis, peu à peu, la teinte rouge violacé de l'iode fait place à une teinte jaune pâle, qui va se fonçant de plus en plus et devient bientôt orange rouge. Le chlorure stanneux étant complètement insoluble dans le sulfure de carbone, il suffit de décanter dans un cristallisoir et de laisser évaporer la solution pour avoir les produits formés.

» Pendant l'évaporation on aperçoit à la surface de la solution des fumées blanches. Lorsque l'évaporation est achevée, le cristallisoir renferme une matière jaune rougeâtre cristallisée et qui, abandonnée longtemps au contact de l'air, en attire l'humidité. Elle est soluble dans l'eau avec une légère décomposition. La liqueur est jaune pâle et renferme quelques flocons d'oxyde d'étain. Elle est totalement soluble dans le benzène, l'éther, le chloroforme, l'alcool, en communiquant au dissolvant une coloration variant du jaune au rouge; mais les analyses de cette matière ne concordent pas. Le dosage de l'étain, en particulier, donne un nombre moyen de 15 pour 100, nombre bien inférieur à celui qui correspond au calcul de la formule SnI^4.

» Si l'on soumet la substance à l'action des acides, on trouve que les acides chlorhydrique et iodhydrique la dissolvent aisément en se colorant en jaune; l'acide azotique met de l'iode en liberté. Quant à l'acide sulfurique, son action semble différente. Le corps n'est pas soluble, totalement tout au moins, dans cet acide; mais, si l'on vient à ajouter à sa dissolution aqueuse de l'acide sulfurique, cette addition d'acide produit un précipité jaune insoluble dans l'acide concentré et se dissolvant aisément dans l'acide étendu. Ce précipité est constitué par du chlorure d'iode ICl^3.

(¹) *Ann. Chem. Pharm.*, Supplément, Tome VIII, p. 60.

» Du chlorure d'iode prenant naissance dans cette réaction, il devenait facile de déterminer quel était le mélange auquel on avait affaire. En effet, on peut aisément chasser le chlorure d'iode en chauffant la matière brute à une température convenable (150°-200°). Dans ce cas le résidu fixe est constitué par du tétraiodure d'étain bien cristallisé. La réaction peut se formuler très simplement

$$3SnCl^2 + 7I^2 = 3SnI^4 + 2ICl^3.$$

» Il résulte de ces expériences qu'on ne peut obtenir, par cette méthode, le chloroiodure d'étain. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches thermiques sur les composés de l'uranium.* Note de M. **J. Aloy.**

« J'ai entrepris l'étude thermique des composés de l'uranium ; je ferai connaître aujourd'hui :

» 1° Les chaleurs de dissolution des principaux sels d'uranyle solubles;

» 2° Les chaleurs de formation des principaux sels d'uranyle dissous.

» I. *Chaleurs de dissolution.* — Je me suis servi de sels bien définis qui, après plusieurs cristallisations, ont été séchés à l'abri de la lumière.

» Voici les résultats obtenus pour une molécule de sel dissoute dans 1000 à 2500 molécules d'eau et pour une température comprise entre 18° et 20°.

Sels d'uranyle hydratés.

		Moyennes.
Azotate $(AzO^3)^2UO^2 + 3H^2O$	450^{gr}	$-3^{Cal},7$
Sulfate $SO^4(UO^2) + 3H^2O$	422	+5,1
Chlorure $UO^2Cl^2 + H^2O$	361	+6,05
Chromate $CrO^4(UO^2) + 5\frac{1}{2}H^2O$	487	−6,3
Acétate $(C^2H^3O^2)^2UO^2 + 2H^2O$	426	−4,3

Sels doubles hydratés.

» Chlorure double d'uranyle et de potassium :

$UO^2Cl^2 . 2KCl + 2H^2O$	528	$+2^{Cal}$

» Acétate double d'uranyle et d'ammoniaque :

$(C^2H^3O^2)^2UO^2 + C^2H^3O^2AzH^4 + 6H^2O$	575	$-3^{Cal},8$

» Ces sels, quoique très solubles, ne se dissolvent qu'avec lenteur dans l'eau du calorimètre, même avec le secours de l'écraseur spécial. Les liqueurs demeurent longtemps troubles; par suite, les déterminations calorimétriques ont une longue durée, et les corrections doivent y être effectuées avec beaucoup de soin.

» La cause doit en être dans une certaine destruction des sels par l'action de l'eau, qui les décompose rapidement en sels basiques lentement solubles dans l'acide devenu libre. Toutefois, l'observation attentive du phénomène thermique ne permet pas d'isoler deux phases distinctes dans la dissolution.

» II. *Chaleurs de formation des sels dissous.* — J'ai préparé l'hydrate uranique UO^3H^2O par deux procédés : par la méthode de Malaguti, en évaporant très doucement la solution d'azotate d'uranyle dans l'alcool absolu; cet hydrate, séché à l'air, contenait :

	Trouvé.	Calculé.
Pour 100 parties, eau............	6,02	5,88

Je l'ai aussi préparé, selon les indications de Berzélius, en calcinant au bain de sable l'azotate d'uranyle pur.

» L'hydrate ainsi obtenu était un peu plus jaune que le précédent; séché à l'air, il contenait :

	Trouvé.	Calculé.
Pour 100 parties, eau............	5,95	5,88

Ces hydrates étaient donc identiques; ils ont donné lieu aux mêmes effets thermiques.

» Les mesures effectuées à des températures voisines de 19° ont donné les résultats suivants, rapportés à deux molécules d'acide chlorhydrique ou à des quantités équivalentes des autres acides :

			Cal
UO^3H^2O	+ acide chlorhydrique	(2 molécules = 4^{lit})......	+ 8,4
»	+ acide bromhydrique	(2 molécules = 4)......	+ 8,8
»	+ acide azotique	(2 molécules = 4)......	+ 8,4
»	+ acide sulfurique	(1 molécule = 4)......	+ 9,5
»	+ acide acétique	(2 molécules = 4)......	+ 7,5

En comparant ces résultats à ceux qui sont fournis par les autres hydrates métalliques, on voit que les chaleurs de formation des sels d'uranyle, à partir de l'hydrate UO^3, H^2O, sont inférieures à celles des sels de zinc et de plomb et se rapprochent des chaleurs de combinaison des hydrates ferrique et chromique.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître la chaleur de formation des combinaisons uraniques anhydres et des composés uraneux [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode pour la préparation d'aldéhydes aromatiques*. Note de M. L. BOUVEAULT, présentée par M. Friedel.

« J'ai rendu compte dans de précédentes Notes des tentatives déjà faites par moi pour transformer en aldéhydes les acides glyoxyliques de la série aromatique. J'ai trouvé en l'aniline un réactif permettant de réaliser cette transformation d'une manière pour ainsi dire quantitative.

» Les acides glyoxyliques, chauffés avec l'aniline, à l'ébullition de cette dernière, se transforment en acides phénylimidés que la température élevée décompose aussitôt en acide carbonique et phénylimides. Ces réactions sont représentées par les équations

$$\left.\begin{array}{l} R-CO-CO^2H+AzH^2C^6H^5=R-\underset{\substack{\parallel\\ AzC^6H^5}}{C}-CO^2H+H^2O \end{array}\right\},$$

$$\left.\begin{array}{l} R-\overset{\substack{AzC^6H^5\\ \parallel}}{C}-CO^2H=CO^2+R-CH=AzC^6H^5 \end{array}\right\}.$$

» En réalité les deux réactions se passent simultanément et l'eau distille en même temps que l'acide carbonique se dégage.

» Les phénylimides que j'ai préparées sont des corps extrêmement stables, distillant sans altération dans le vide à des températures élevées; elles sont dédoublées très aisément et intégralement par l'acide sulfurique étendu et bouillant, et fournissent les aldéhydes à l'état de pureté

$$R-CH=AzC^6H^5+H^2O=R.CO.H+AzH^2.C^6H^5.$$

» J'ai transformé par ce procédé l'acide paracrésylglyoxylique en aldéhyde paratoluique déjà décrite; cette aldéhyde se forme seule, comme le montre l'étude de son hydrazone.

» L'acide métaxylylglyoxylique du métaxylène m'a fourni, avec l'aniline, une phénylimide bouillant aux environs de 190°, sous 10^{mm}, et qui, décomposée par l'acide sulfurique, donne une aldéhyde qui constitue un

---

[1] Ce Travail a été fait au laboratoire du professeur Paul Sabatier, à la Faculté des Sciences de Toulouse.

liquide incolore, à odeur d'amandes amères, bouillant à 99°, sous 10^{mm}. C'est un produit unique, dont l'hydrazone fond à 114°; il a pour constitution

CH^3

CH^3

COH

comme l'a montré sa transformation dans l'acide correspondant fusible à 125°.

» L'acide cymylglyoxylique, obtenu à partir du cymène du camphre, conduit également à une aldéhyde $C^{11}H^{14}O$ bouillant à 120°, sous 10^{mm}, possédant une odeur mixte assez agréable, rappelant à la fois l'amande amère et le citron. Son hydrazone fond à 133°. Je n'ai pas encore déterminé laquelle des deux formules

CH^3 — COH — C^3H^7 ou CH^3 — COH — C^3H^7

lui convient.

» L'anisol conduit à un mélange de deux acides glyoxyliques dans lequel le dérivé méta est très peu abondant. On peut purifier l'acide anisoylcarbonique par cristallisation, et on le transforme aisément en aldéhyde anisique bien connue.

» Le vératrol fournit, avec un rendement de plus de 90 pour 100, l'acide vératroylcarbonique

$CO.CO^2H$

OCH^3

OCH^3

» La phénylimide correspondante bout à 235° sous 10^{mm}; elle est très aisément transformable en aldéhyde vératrique ou méthyl-vanilline. Cette

dernière substance n'avait jusqu'ici été obtenue que par méthylation de la vanilline. Elle possède une odeur très agréable.

» La diméthylrésorcine conduit à un acide glyoxylique fondant à 106°, et à une phénylimide huileuse bouillant à 245° sous 10mm. L'aldéhyde correspondante

COH
OCH³
OCH³

fusible à 66°, bout à 165° sous 10mm. Son odeur très agréable est très voisine de celle de l'héliotropine.

» La diméthylhydroquinone est facile à transformer dans l'aldéhyde correspondante ou diméthylgentisique

OCH³
COH
OCH³

distillant à 146° sous 10mm et se prenant en belles aiguilles fusibles à 51°.

» Ces deux dernières aldéhydes ont déjà été obtenues par MM. Tiemann et Parrisius, par méthylation d'aldéhydes-phénols, préparées au moyen de la méthode de Reimer et Tiemann. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la chloruration de l'acide gallique. Formation d'acide dichlorogallique et de trichloropyrogallol.* Note de M. **Alexandre Biétrix**, présentée par M. Friedel.

« Les produits de substitution chlorée de l'acide gallique n'ont pas encore été préparés. En faisant passer un courant de chlore dans une solution aqueuse d'acide gallique, on a remarqué l'apparition d'une coloration noire, qui disparaît par action prolongée du courant. Mais les produits de cette transformation n'ont pas été indiqués. Nous avons repris la question.

» Nous avons remarqué d'abord que pendant le cours de cette réaction il se dégage constamment de l'acide carbonique. La liqueur finale, jaunâtre, provenant de la réaction, évaporée à siccité dans le vide, abandonne un résidu auquel l'alcool enlève une partie résineuse. La partie peu soluble dans l'alcool est formée de cristaux constitués uniquement par de l'acide oxalique. L'action du chlore sur l'acide gallique en solution aqueuse se traduit donc par une oxydation complète de la molécule. Nous n'avons pu, d'ailleurs, saisir de composés chlorés intermédiaires.

» L'acide dibromogallique subit en solution aqueuse la même oxydation sous l'influence d'un courant de chlore.

» Une tentative de chloruration de l'acide gallique en solution dans l'alcool absolu n'a pas donné de résultat satisfaisant. Le liquide saturé de chlore qui résulte de cette réaction, évaporé spontanément ou même dans le vide, laisse un résidu formé de corps incristallisables dans les divers solvants. Les produits secondaires de l'action du chlore sur l'alcool réagissent probablement à leur tour sur les dérivés chlorés qui ont pu se former, et ne permettent pas de les isoler à l'état de pureté.

» L'action du chlore sur l'acide gallique en présence du chloroforme fournit, au contraire, facilement le dérivé dichloro-substitué, que nous avons préparé de la façon suivante :

» Une molécule d'acide gallique (170^{gr}) en suspension dans cinq fois environ son poids de chloroforme a été traitée par un courant de chlore en excès. Nous avons fait agir le chlore provenant de l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de 300^{gr} de bioxyde de manganèse et 360^{gr} de sel marin. Les gaz dégagés se rendaient d'abord dans un flacon plein d'eau distillée, puis dans un autre rempli d'eau de chaux. Le mélange prend immédiatement une coloration rose violacé en même temps qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique, mêlé à un peu d'acide carbonique. La température s'élève à 50° environ. On laisse l'attaque se poursuivre lentement, en ayant soin de remuer de temps en temps, pour faciliter la chloruration. A la fin de l'opération, le chloroforme a une teinte violacée; il reste une partie non dissoute, que l'on sépare par filtration et qu'on traite séparément.

» A. La partie insoluble dans le chloroforme est traitée à plusieurs reprises par ce dissolvant, à l'ébullition, jusqu'à ce qu'il ne lui enlève plus de composé soluble. On l'additionne ensuite de son poids d'éther à 65°, pour la séparer de l'acide gallique, qui aurait pu rester inattaqué. L'éther est distillé à siccité et le résidu, repris par l'eau bouillante saturée de gaz sulfureux, donne, par refroidissement, de magnifiques cristaux prismatiques, qui sont parfaitement blancs, après une ou deux cristallisations.

» Ces cristaux sont très solubles dans l'alcool et dans l'éther; ils se dissolvent dans l'eau, surtout à chaud. Ils sont insolubles dans le chloro-

forme et le benzène. Ils brunissent à 180° et fondent avec décomposition à 190°. Ils s'effleurissent dans le vide en perdant une quantité d'eau que nous avons déterminée et qui correspond à deux molécules d'eau de cristallisation. La formule est donc $C^6Cl^2(OH)^3CO^2H, 2H^2O$.

» Les solutions aqueuses de ce corps colorent le perchlorure de fer en bleu. Avec les alcalis, on obtient une coloration rose, moins intense que celle fournie par l'acide dibromogallique dans les mêmes conditions.

» L'eau de chaux et l'eau de baryte donnent une coloration bleue qui passe au rose.

» L'analyse de ce corps bien purifié a donné les résultats suivants, calculés en centièmes :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^6Cl^2(OH)^3CO^2H$.
Cl.............	29,83	»	29,70
C.............	»	35,08	35,14
H.............	»	2,07	1,67

» B. La partie soluble dans le chloroforme, colorée d'abord en rouge violacé, devient promptement jaune et se trouble en laissant déposer de petits cristaux. Après distillation du chloroforme, on obtient un résidu de consistance huileuse, qui se dissout dans l'eau bouillante chargée de SO^2, à laquelle il donne une coloration rouge vif. Par refroidissement on obtient une cristallisation en aiguilles fines rayonnant autour d'un centre. Ces cristaux, primitivement rouges, sont purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau.

» Ce corps est soluble dans l'alcool et dans l'éther, plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, un peu soluble dans le chloroforme et le benzène à l'ébullition. Il fond avec décomposition à 178°.

» Il cristallise avec 3 molécules d'eau, qu'il perd dans le vide : sa formule est donc $C^6Cl^3(OH)^3, 3H^2O$. Ce corps, qui se produit concurremment avec l'acide dichlorogallique, n'est jamais obtenu qu'en faible proportion. Il se forme aux dépens de la molécule gallique, qui perd de l'acide carbonique en se transformant en trichloropyrogallol.

» L'analyse a donné les résultats suivants, calculés en centièmes :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^6Cl^3(OH)^3$
Cl.............	46,2	»	46,18
C.............	»	30,90	31,37
H.............	»	1,93	1,37

» En faisant bouillir pendant un quart d'heure le trichloropyrogallol avec l'anhydride acétique, on obtient le dérivé triacétylé $C^6Cl^3(OC^2H^3O)^3$, qui confirme la formule et la fonction du corps précédent :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Cl^3(OC^2H^3O)^3$.
Chlore pour 100	29,74	29,9

» Ce corps fond à 125° sans décomposition ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés cristallographiques des benzylidène, méthyl et ethylsalicidènes, et anisal camphres.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Pour bien connaître un corps, il faut l'étudier non seulement au point de vue chimique, mais aussi au point de vue physique. Nous entendons par là la détermination des constantes physiques telles que densité, pouvoir réfringent, chaleur de combustion, etc. Tout en étant de véritables caractéristiques des corps, ces constantes servent surtout de bases à la Chimie physique qui permet d'établir des relations entre les propriétés physiques des corps et leur constitution fondée sur leurs réactions chimiques.

» C'est dans cet ordre d'idées également que les chimistes cristallographes font un grand nombre de déterminations cristallographiques qui pourront peut-être leur permettre de trouver des relations plus étendues que celles qui existent déjà entre les propriétés géométriques et optiques des corps et leur constitution.

» Sur les conseils de M. Haller, nous nous sommes proposé de déterminer les constantes cristallographiques des belles séries qu'il a préparées.

» Ce qui va suivre concerne la série des alcamphres.

» *Benzylidène-camphre droit* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C=CH.C^6H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$. — La cristallisation forme des prismes orthorhombiques de 111°45′ dans lesquels $b=1000$, $h=801,6$. Les faces observées sont $m\,p\,g^3\,a^1\,b^{\frac{1}{2}}\,e^1\,e^2\,e^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont en général peu développées. Le plus souvent le cristal est formé par $p\,m\,g^3\,b^{\frac{1}{2}}\,e^1\,a^1$. Quelquefois e^1 et a^1 sont assez développées pour faire disparaître p et m. Le développement est tel que le cristal est

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Cazeneuve, à la Faculté de Médecine de Lyon.

presque géométriquement régulier. Nous n'avons pas remarqué de facettes hémiédriques.

» *Benzylidène-camphre gauche.* — Ce corps est absolument identique au précédent. Pas plus que lui, il ne présente de facettes hémiédriques.

» *Benzylidène-camphre racémique.* — Les cristaux de ce corps diffèrent notablement des benzal-camphres actifs. Il cristallise en prismes clinorhombiques de 119° 10′. L'inclinaison est de 25°. La forme la plus générale est $pmh^1b^1d^1$. Pour $b = 1000$, $h = 996,7$. La face p est très développée. Les faces b^1 et d^1 suppriment la plupart du temps la zone m.

» *Anisal-camphre* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CHC^6H^4OCH^3\\ | \\ CO \quad \text{(position para)}\end{array}\right.$. — Prismes orthorhombiques de 114° 15′. Pour $b = 1000$, $h = 297,4$. Les faces observées sont $mg^1g^3a^1e^1e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont excessivement développées $a^1e^1e^{\frac{1}{2}}g^1$ le sont très peu.

» *Méthylsalicylidène-camphre.* — Ce corps est un isomère en ortho du précédent. Il cristallise en prismes monocliniques de 93° 10′ dont l'inclinaison est de 23° 13′ et dans lesquels pour $b = 1000$, $h = 852,9$. La forme la plus générale est $pmg^1a^1h^1e^2$. La face g^1 est très petite; h^1 est toujours très développée. Ce cristal est assez régulier géométriquement.

» *Ethylsalicylidène-camphre.* — Prismes monocliniques de 103°,8, dont l'inclinaison est de 26° et dans lequel, pour $b = 1000$, $h = 879,6$. Les faces habituelles sont $pmg^1h^1e^1b^{\frac{1}{2}}$. $e^1g^1h^1$ n'existent pas toujours. Ce sont des tables de peu d'épaisseur.

» Nous voyons que la substitution de radicaux plus ou moins complexes dans le groupe CH^2 du camphre abaisse la symétrie, car le camphre cristallise dans le système hexagonal ([1]). Ceci a d'ailleurs été constaté par MM. Cazeneuve et Morel ([2]) dans une substitution beaucoup plus simple : dérivés monohalogénés et bihalogénés. Ils ont de plus constaté un certain isomorphisme dans ces deux séries.

» Dans le cas des alcamphres nous ne pouvons plus parler d'isomorphisme ; cependant nous ferons quelques remarques à ce sujet.

» Si nous jetons un coup d'œil sur les dérivés qui cristallisent dans le système orthorhombique, nous constatons facilement une certaine similitude cristalline. Ainsi, les angles des prismes sont peu différents

(111° 45′.— 114° 15′).

» Aussi trouvons-nous toujours dans la zone m un angle voisin de 160° correspondant à une face g_3. Nous ferons plus tard une pareille remarque

---

([1]) Des Cloizeaux, *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 1064; 1859.
([2]) *Soc. chim.*, t. XLIV, p. 161; 1885.

à propos des dérivés alcoylés. Cette similitude cristalline, qui a son maximum dans la zone *m*, s'aperçoit encore dans les dérivations qui restent les mêmes. L'assemblage moléculaire paraît ne pas changer; l'élément le plus variable est le rapport de dimensions linéaires de la forme primitive.

» Si nous considérons maintenant le benzal-racémate, le méthylsalicylal et l'éthylsalicylal, nous constatons qu'ils ont le même degré de symétrie inférieur au premier groupe et qu'ils ne diffèrent pas beaucoup dans la zone ph_1, car les inclinaisons respectives des prismes sont: 25°, 23° 13′, 26°.

» De plus, le méthylsalicylal camphre, dérivé en ortho, présente cristallographiquement moins de symétrie que son isomère en para.

» Nous devons encore dire que, dans cette série, nous n'avons pas trouvé de facettes hémiédriques et que des essais de séparation du racémate n'ont pas réussi.

» Nous nous bornerons pour le moment à ces quelques observations. Quand nous serons en possession d'un plus grand nombre de données et que nous aurons déterminé d'autres constantes, nous pourrons peut-être tirer des conclusions plus générales.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons les résultats obtenus avec les dérivés de réduction [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide gras, non saturé, l'acide isanique.* Note de M. **Alex. Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les graines d'I'Sano du pays Loango, dénommées aussi *Ungueko* chez les M'Pongoués, proviennent, d'après les déterminations de M. H. Lecomte, d'un grand arbre de la famille des Olacinées, dont les fruits consistent en une drupe de plus de 3^{cm} de longueur à noyau brunâtre, ovoïde, long de $2^{cm},7$; l'épaisseur des parois du noyau est de 1^{mm} environ; la graine est attachée au fond de la cavité; son albumen est huileux, non amylacé; son goût rappelle un peu celui de la noisette. Ces graines renferment une matière grasse qu'on peut extraire par la benzine et qui se présente sous forme d'une huile [2] rougeâtre, visqueuse, très siccative,

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) L'étude chimique des graines et les caractères de cette huile seront décrits dans le *Bulletin de la Société chimique*.

qui, après saponification, donne environ 86 pour 100 d'acides gras liquides, bruns, dont les sels de plomb sont intégralement solubles dans l'éther; ces corps font donc partie du groupe des acides non saturés. Si l'on effectue sur ces acides, mis en solution dans l'ammoniaque étendue, une série de précipitations fractionnées par le chlorure de baryum, on peut constater la présence de trois acides gras :

» 1° Un acide liquide, jaune, que nous avons caractérisé comme acide oléique et qui est en proportion de 15 pour 100 environ des acides totaux;

» 2° Un acide liquide, brun, très oxydable, dont les propriétés sont celles de l'acide linoléique et dont la quantité est de 75 pour 100 environ;

» 3° Enfin un acide solide, blanc, contenu à raison de 10 pour 100 environ. C'est l'étude de cet acide que nous exposons ici.

» Il se présente en magnifiques cristaux feuilletés, fondant à 41°, très solubles dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme, le benzène, l'acétone, l'alcool méthylique, l'éther de pétrole. Il est soluble dans les alcalis en donnant des sels qu'on peut faire cristalliser.

» Ce nouvel acide possède une odeur spéciale assez caractéristique. Il n'est pas entraînable par la vapeur d'eau; il distille dans le vide en se décomposant partiellement; son pouvoir rotatoire est nul.

» L'altérabilité de cet acide est extrême; au contact de l'air il se colore immédiatement en rose, en même temps qu'il absorbe de l'oxygène. On peut le séparer de ce produit rose par traitement à l'éther dans lequel il est presque insoluble. Ses sels possèdent également une très grande altérabilité. Ces propriétés rendent les analyses et les dosages particulièrement difficiles.

» L'analyse élémentaire de l'acide a fourni les chiffres ci-dessous :

	I.	II.	III.	IV.
Hydrogène	8,99	9,68	9,36	9,18
Carbone	76,96	76,21	76,37	76,97
Oxygène (par différence)	14,05	14,11	14,27	13,85

	Calculé pour	
	$C^{14}H^{40}O^2$.	$C^{16}H^{24}O^2$.
Hydrogène	9,09	9,40
Carbone	76,36	76,92
Oxygène	14,55	13,68

» Les dosages d'argent et de baryum dans les sels correspondants ont donné :

Ag pour 100	31,05
Ba pour 100	24,40

	Calculé	
	$C^{14}H^{19}O^2Ag$.	$C^{15}H^{21}O^2Ag$.
Ag pour 100	33,02	31,67
	$(C^{14}H^{19}O^2)^2Ba$.	$(C^{15}H^{21}O^2)^2Ba$.
Ba pour 100	23,82	22,71

» Ce nouvel acide semble donc se rattacher à la série $C^nH^{2n-8}O^2$ et avoir pour formule $C^{14}H^{20}O^2$. La méthode cryoscopique de M. Raoult a indiqué un poids moléculaire de 217, voisin de 220, nombre qu'exigerait la formule précédente. Nous proposons d'appeler ce corps *acide isanique* pour rappeler son origine.

» La capacité d'absorption de cet acide pour le brome correspond sensiblement à deux molécules et ne doit probablement pas donner de corps saturé. Nous avons essayé de remonter à ce dernier par hydrogénation de l'acide lui-même par l'acide iodhydrique en tube scellé à 200°; mais nous n'avons obtenu aucun produit défini.

» Les recherches faites pour constater si l'acide isanique ne se condensait pas à la façon de l'acide oléique, qui donne de l'acide élaïdique, ont donné des résultats négatifs : ni la lumière, ni le nitrate acide de mercure n'ont eu d'action dans ce sens.

» Les sels du nouvel acide présentaient les propriétés suivantes :

» L'isanate d'ammonium est soluble dans l'eau, d'où il peut cristalliser en paillettes nacrées. Celui de baryum est une poudre blanche, soluble à chaud dans le chloroforme et l'alcool d'où il se dépose à froid en cristaux microscopiques. Les sels d'argent et de plomb constituent des poudres blanches amorphes. Tous présentent comme caractère commun une très grande altérabilité et prennent immédiatement, au contact de l'air, une couleur rose de plus en plus foncée.

» La matière colorante, qui se forme par oxydation de l'acide isanique, possède une grande stabilité. Faut-il voir dans ces propriétés l'indication d'un processus de formation des matières colorantes végétales? Les recherches que nous avons faites à ce sujet ne nous permettent encore de rien affirmer; nous pensons cependant devoir les continuer, en même temps

que nous poursuivrons l'étude de la matière colorante rose dont nous avons parlé.

» Les échantillons qui nous ont permis d'effectuer ce travail sont dus à l'obligeance de M. H. Lecomte et de M. Arnaud, que nous sommes heureux de pouvoir remercier ici [1]. »

ZOOLOGIE. — *Appareil digestif d'un Orthoptère de la famille des Gryllidæ, le* Brachytrypes membranaceus [2]. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'appareil digestif des *Brachytrypes* n'a encore fait l'objet d'aucune recherche. Cet appareil, que nous venons d'étudier chez le *Brachytrypes membranaceus,* présente des caractères particuliers qui le différencient de celui des *Blattidæ,* des *Forficulidæ,* etc., mais le rapprochent de celui de la *Gryllotalpa.* Pourtant, il diffère de celui de cette dernière par l'atrophie de l'œsophage, l'énorme volume du jabot, la réduction des appendices intestinaux, situés à l'extrémité du gésier, et surtout par la longueur considérable et les nombreuses circonvolutions que forme l'intestin proprement dit.

» Le *pharynx* est court, cylindrique et repose, par sa face inférieure, sur une lamelle chitineuse concave vers le haut, dirigée en avant et dépendant de la région postérieure de la tête. Les parois de l'organe sont épaisses et présentent intérieurement une série de six à huit plis longitudinaux. Les faces latérales et la face dorsale reçoivent l'insertion d'un grand nombre de faisceaux musculaires, placés en séries rectilignes, qui vont se fixer sur les parois de la région occipito-latérale de la tête.

» L'*œsophage* est très court et constitue un isthme fort étroit, reliant le pharynx au jabot. Ses parois sont minces et transparentes et se continuent, sans ligne de démarcation, avec celles du jabot.

» Le *jabot* du *Brachytrypes membranaceus* est très volumineux et constitue un organe allongé, cylindrique à son origine, puis dilaté et affectant alors la forme d'un tronc de cône. Il commence dans le quart antérieur du prothorax et s'étend jusqu'au premier segment abdominal. Situé dans

---

(1) Travail fait au laboratoire des Travaux pratiques de Chimie de la Faculté de Médecine de Paris.

(2) Travail fait au Muséum (laboratoire de M. le professeur Edm. Perrier).

l'axe du corselet, au-dessus du système nerveux, il est recouvert supérieurement par une épaisse couche de tissu adipeux et des fibrilles musculaires. Latéralement, existent de puissants faisceaux musculaires, localisés principalement dans le mésothorax et le métathorax. Le volume de l'organe est considérable; ses parois sont minces, transparentes, très élastiques et constituées par deux couches musculaires.

» Elles sont lisses extérieurement et ne présentent, à l'intérieur, que des stries longitudinales fort peu accentuées.

» Le *gésier*, situé dans l'axe des deux premiers segments abdominaux, est un organe qui offre certaines analogies avec celui des autres Gryllidæ. Il présente une forme ovoïde très régulière et se continue, en avant, par un appendice tubuleux fort court qui le rattache au jabot. Ses parois sont lisses à l'intérieur, mais très épaisses et fortement musculaires. Le pédicule antérieur est muni, à son origine, d'un orifice étoilé à six branches, séparées par autant de valves qui, en s'appliquant l'une contre l'autre, ferment l'orifice d'une façon hermétique. Des muscles latéraux effectuent le redressement de ces valves et permettent ainsi le passage des aliments du jabot dans le gésier.

» A partir de l'orifice, on voit apparaître six bandelettes longitudinales, striées transversalement, affectant de cette sorte l'aspect d'une scie. La région centrale du *gésier* présente la forme d'un ellipsoïde à grand axe dirigé d'avant en arrière. Sa paroi interne est recouverte d'une armature chitineuse très compliquée et que nous n'avons rencontrée nulle part, chez les autres Orthoptères, aussi complète et aussi propre à effectuer une trituration menue des aliments.

» L'armature masticatrice interne comprend six longues séries ou colonnes longitudinales de dents étroitement imbriquées entre elles. Chaque colonnette est séparée de sa voisine par une lamelle chitineuse parcourant l'organe dans toute sa longueur. Dans chacune d'elles on distingue deux sortes de dents disposées en trois séries : une série médiane, la plus large et de beaucoup la plus importante, et deux séries latérales, à faces internes en partie recouvertes par la série centrale, comprenant des dents de même forme. Les dents de la file médiane sont larges, fortes, résistantes, chitineuses, recourbées à angle obtus et à pointe dirigée en arrière, c'est-à-dire vers l'orifice intestinal. Le nombre des dents médianes que renferme chacun des groupes varie de seize à dix-huit et chacune d'elles, à racine double et à pointe tricuspide, est profondément enfoncée dans un treillis alvéolaire reposant sur la couche musculaire

pariétale. La racine de la dent, à direction presque horizontale, présente deux prolongements chitineux latéraux obliquement implantés dans les parois du gésier.

» La couronne est inclinée obliquement sur la racine et porte trois pointes : une médiane et deux latérales. La pointe médiane est fortement chitineuse, de forme triangulaire et porte, sur les bords, une série de cinq à six denticulations disposées comme les dents d'une scie. Elle est légèrement recourbée en arrière et recouvre en partie, sans toutefois s'appliquer sur elle, la partie correspondante de la dent suivante. Quant aux appendices latéraux, ils sont au nombre de deux : l'un situé en arrière de la pointe médiane et l'autre en avant de cette dernière. L'appendice chitineux postérieur a la forme d'une lame d'abord aplatie et appliquée contre l'origine de la racine de la dent et à sa face dorsale. Une fois libre, il se dilate, se recourbe en formant un demi-cornet et émet deux pointes acérées et chitineuses, séparées l'une de l'autre par une échancrure demi-circulaire. L'appendice antérieur, beaucoup moins volumineux, se compose uniquement d'une lamelle puissante terminée en pointe et dirigée vers le tubercule antérieur de la lamelle postérieure. Les dents de la rangée latérale affectent la forme d'un tronc de prisme triangulaire. Par leur base élargie, elles reposent sur la paroi du gésier. Leur face interne est lisse, régulière et oblique, et l'externe possède une direction presque perpendiculaire. Le sommet de la dent porte deux pointes, dont l'une large, aplatie d'avant en arrière, est chitineuse et de couleur rouge sombre, et l'autre, beaucoup plus petite que la première, est mousse et porte de petits appendices courts ressemblant à des soies.

» L'orifice compris entre l'intestin moyen et le gésier est irrégulier, étoilé et fermé, à l'état de repos, par le rapprochement de six valvules.

» Après le *gésier* vient une sorte de vestibule court et cylindrique, sur les parois duquel viennent s'ouvrir deux *appendices intestinaux*, assez semblables à ceux des *Gryllotalpa*, mais en différant cependant par leur volume et leur hauteur moins considérables et leur forme légèrement aplatie. Ces *appendices*, recourbés en arc, embrassent la presque totalité du gésier, sauf sa partie antérieure, et se terminent, à leur extrémité supérieure, par une pointe mousse.

» L'*intestin moyen* qui vient ensuite est un tube cylindrique, légèrement boursouflé, qui décrit deux ou trois circonvolutions. Ses parois sont épaisses et il reçoit, à son extrémité postérieure, le canal excréteur des *tubes de Malpighi*. Ces dernières glandes forment une touffe composée de

100 à 120 canalicules courts et capillaires qui vont s'ouvrir dans un conduit collecteur commun, long de 8 à 10^{mm}. On observe une disposition analogue chez la *Gryllotalpa*.

» L'*intestin postérieur* ne présente à peu près que le quart de la longueur de l'intestin moyen. Il affecte la forme d'un tube cylindrique parcouru transversalement par une série de stries circulaires. Son renflement postérieur ou *rectum* s'ouvre au dehors par un orifice situé au-dessus du pore génital. »

ZOOLOGIE. — *Sur une coloration, d'origine hépatique, chez l'Huître.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Dans plusieurs Communications précédentes (¹), j'ai étudié les diverses colorations que l'Huître peut offrir normalement, en plein état de santé, sans nulle altération tissulaire. J'en ai fait connaître le processus histologique, montrant qu'il demeure identique dans le verdissement, le brunissement, etc. Les observations que je résume aujourd'hui sont relatives à une coloration fort différente, car elle est de nature pathologique.

» Très rare chez les Huîtres du littoral français, elle semble plus fréquente en Amérique et en Angleterre. On l'y a signalée sous le nom de *pale greeness,* cherchant à la confondre avec le verdissement des Huîtres de Marennes et de la Tremblade, afin de pouvoir présenter celles-ci comme malades, partant comme nocives.

» Lors de la discussion qui s'est récemment ouverte, devant l'Académie de Médecine, sur les diverses causes de nocuité imputées aux Huîtres, j'avais mentionné le fait (²), en réservant son étude.

» Elle ne laisse pas d'être instructive; complexe en apparence, elle s'éclaire aisément par certaines des notions qui se déduisent de mes recherches antérieures.

» Au point de vue macroscopique, l'aspect des Huîtres, en état de chromatisme morbide, diffère totalement de celui des Huîtres vertes ou brunes : ce n'est plus sur les branchies et les palpes labiaux que se localise, avec intensité, la coloration ; d'un ton pâle, gris jaunâtre ou gris verdâtre, elle s'étend sur tout le manteau, sur la masse viscérale, etc. Les papilles bran-

(¹) *Comptes rendus,* séances des 6 février 1893, 22 avril 1895, etc.
(²) *Bulletin de l'Académie de Médecine,* séance du 9 juin 1896.

chiales rétractées, la chair molle, le goût fade et parfois alliacé suffisent à déceler la maladie.

» L'examen microscopique achève de l'établir, montrant en même temps quelle en est l'origine.

» Elle réside dans le volumineux organe décrit sous le nom de « foie ». De structure fort simple, cette glande a pourtant souvent divisé les anatomistes qui l'ont présentée tantôt comme acineuse, tantôt comme tubuleuse. Les culs-de-sac, cylindres, etc., sont tapissés par des cellules variables dans leur forme comme dans leur contenu. Petites vers la paroi du cul-de-sac, volumineuses en son milieu, elles y offrent différents produits : graisse, grains calcifiés, pigment, etc. Les lobes et lobules de la glande sont, à l'état normal, assez étroitement unis ; le tissu conjonctif s'y trouve peu développé.

» Chez les Huîtres qui font l'objet de la présente Communication, ces caractères se modifient. Les cellules pigmentifères deviennent prédominantes ; leur contenu s'altère : ordinairement brun ou jaune, il vire au gris verdâtre, tantôt clair, tantôt foncé avec persistance de grains jaunes.

» Le protoplasma se trouble et l'on ne trouve plus trace des trabécules hyaloplasmiques, d'où la prompte désagrégation des cellules. Quelques-unes demeurent intactes, elles flottent dans un liquide glauque, remplissant les cylindres et culs-de-sac.

» Tandis que ces modifications se manifestent dans les éléments sécréteurs, il en est d'autres qui s'opèrent dans le tissu conjonctif. On serait peut-être tenté de ne leur accorder qu'une valeur secondaire ; en réalité, elles entraînent des conséquences importantes et présentent un intérêt spécial.

» Elles débutent par des phénomènes de prolifération. L'altération des cellules glandulaires retentissant sur les éléments conjonctifs, ceux-ci augmentent de volume, puis se multiplient. Leur mode de division offre même d'intéressantes particularités sur lesquelles je ne puis insister actuellement, me bornant à indiquer l'accroissement qui en résulte pour le tissu interstitiel, pris dans son ensemble.

» Cet accroissement est d'autant plus appréciable que, chez l'Huître, les lobes et lobules sont normalement très rapprochés, comme je le mentionnais plus haut, et contrairement à ce qui s'observe chez d'autres Lamellibranches, tels que l'Anodonte (¹).

(¹) Il est utile de connaître cette particularité pour interpréter exactement certaines

» Au stade de prolifération et d'hypertrophie en succède bientôt un autre, de nature fort dissemblable. Sous l'influence des phénomènes concomitants, les éléments conjonctifs passent de l'état statique à l'état dynamique. Des pseudopodes apparaissent sur plusieurs d'entre eux, spécialement sur les jeunes cellules, nées des partitions précitées; elles émigrent vers le centre des lobules dont le tissu propre, en pleine dégénérescence, a perdu toute cohésion.

» Alors se manifeste la phagocytose, que j'ai montrée si fréquente, si active chez l'Huître ([1]). Les cellules migratrices absorbent les granulations pigmentaires libres, ou, s'attaquant aux cellules glandulaires, s'emparent du pigment qui s'y trouve encore contenu.

» Gagnant les tissus ambiants, ces phagocytes y disséminent la matière colorante; bientôt elle imprègne tout le manteau. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner une coupe transversale du foie : on se rend aisément compte des rapports qui s'établissent entre les lobules hépatiques et les lacunes palléales, dans lesquelles pénètrent les grains pigmentaires, libres ou entraînés par les phagocytes. Ainsi se généralise, peu à peu, la coloration des tissus en jaune verdâtre, en gris brunâtre, etc., suivant les altérations du pigment hépatique.

» Toujours pâles et uniformes, ces teintes ne sauraient être assimilées au verdissement caractéristique des Huîtres de Marennes. Les plus profondes différences séparent ces deux ordres de chromatisme : se manifestant en dehors de tout phénomène pathologique, le verdissement s'opère par la pigmentation progressive des macroblastes et se localise dans les régions occupées par ces cellules; il n'offre donc aucune analogie avec les teintes corrélatives de la dégénérescence hépatique et de la dissémination des pigments biliaires.

» On ne saurait trop insister sur cette distinction, en présence des allégations qui, dans certaines publications étrangères, tendent à déprécier les produits de nos parcs ostréicoles. Mais c'est surtout à un autre point de vue que je me permets d'appeler l'attention sur les faits dont on vient de

---

figures, reproduites dans divers Traités. Elles semblent devoir faire attribuer un polymorphisme exceptionnel aux « cellules hépatiques » de l'Anodonte. En réalité, on a groupé, sous ce nom, des éléments très différents : les uns glandulaires, les autres conjonctifs; ceux-ci étant relativement abondants, la dilacération les présente toujours nombreux. Il n'en est pas de même chez l'Huître, observée dans des conditions normales.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 24 février 1896.

lire le résumé : mettant en évidence l'extrême malléabilité de la cellule conjonctive, ils montrent comment elle s'adapte aux rôles fonctionnels les plus divers; en même temps, ils permettent d'apprécier la puissance de la phagocytose et l'extension de ses effets. Ces conclusions se confondent donc étroitement avec celles que j'ai formulées à la suite de mes précédentes observations. »

MINÉRALOGIE. — *Étude pétrographique de la pierre météorique tombée à Madrid le* 10 *février* 1896. Note de M. **Gredilla y Gauna.**

« Deux parties essentielles constituent la substance de la météorite : une partie métallique et une partie pierreuse.

» Portion métallique. — Les métaux disséminés dans l'intérieur de la masse pierreuse appartiennent à trois espèces minéralogiques :

» *Schreibersite* (phosphure double de fer et de nickel) : se présente en aiguilles brillantes dans une masse laminaire anguleuse noir bleuâtre de kamacite ($Fe^{14}Ni$);

» *Ivoilite* (protosulfure de fer) : plus abondante que l'antérieure, en masses arrondies de couleur brun de bronze très pâle, avec lustre métallique;

» *Chromite* (fer chromé) : moins abondante que les deux espèces précédentes, d'aspect anguleux et de couleur noir mat, et quelquefois avec des contours arrondis, de couleur brun noirâtre.

» Portion pierreuse. — Voici les minéraux que nous y avons trouvés :

» *Péridot* (silicate de magnésie et de fer) : en cristaux et en grains arrondis et anguleux, avec les caractères typiques assignés par les micrographes à cette espèce, qui est ici la plus essentielle;

» *Enstatite* (silicate de magnésie, avec des traces de fer) : pyroxène orthorhombique avec aspect fibreux et quelquefois en faisceaux divergents dont l'allongement correspond à l'axe de zone $h^1 g^1$;

» *Augite* (silicate d'alumine, de chaux, de magnésie et de fer) : pyroxène monosymétrique, en cristaux avec les angles $h^1 p = 105°$ et $pa^1 = 148°35'$. Zonaire parallèlement aux faces basiques et orthodomiques et avec les autres caractères assignés à cette espèce.

» *Feldspath plagioclasique-oligoclase* (silicate d'alumine, de soude et de chaux) en lames hémitropes ou maclées selon la loi de l'albite et avec un angle d'extinction de 3° à 6°; sa couleur est blanc laiteux.

» Ces trois derniers minéraux se trouvent en petite quantité et épars dans la masse du péridot.

» *Chondros.* — Les plus abondants sont d'olivine, monosomatiques. Il y en a d'autres nuageux avec extinction croisée.

» Dans la classification de Meunier, la météorite de Madrid appartient aux Sporadosidères, Oligosidères, roches polygéniques dans lesquelles j'établis, à côté des groupes ou types Limerickite et Chantonnite, un nouveau groupe avec la dénomination de *Madridite.* »

GÉOLOGIE. — *Structure bréchoïde du Tithonique supérieur du sud de l'Ardèche. Preuves de son origine à la fois postsédimentaire et chimique.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure bréchoïde est développée dans tous les calcaires du Jurassique supérieur du sud de l'Ardèche, depuis l'assise à *Peltoceras bimammatum* jusqu'aux couches tithoniques à *Perisphinctes transitorius.* Elle a son expression la plus nette dans le Tithonique même et, en particulier, au niveau des calcaires blancs, dans lesquels j'ai signalé récemment une très riche faune de Radiolaires [1]. Je vais essayer d'établir que cette structure est *postsédimentaire* ou *secondaire* et d'*origine chimique* dans certaines brèches du Tithonique supérieur du sud de l'Ardèche, qu'il faut considérer comme des *fausses brèches*.

» Trois ordres de considérations conduisent à cette conclusion :

» 1° *Disposition lenticulaire accidentelle de la brèche.* — En de rares points de la région comprise entre Beaulieu, Saint-Paul-le-Jeune et Saint-André, on voit la structure bréchoïde apparaître brusquement, au sein d'une masse de calcaire blanc homogène, et se développer, sous forme *lenticulaire,* sur une longueur d'un à plusieurs mètres et sur une hauteur de quelques décimètres.

» 2° *Caractères macroscopiques de la brèche.* — Les éléments qui prennent part à la composition de cette brèche sont des morceaux d'un calcaire blanc identique à celui qui constitue la masse de l'assise. Le ciment qui les agglutine est gris foncé; examiné à la loupe, il se montre rempli de petits grains blancs, passant par tous les intermédiaires aux éléments les plus volumineux de la brèche, mesurant plusieurs centimètres de diamètre.

---

[1] L. Cayeux, *De l'existence de nombreux Radiolaires dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche* (*Comptes rendus,* séance du 10 février 1896, et *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XXIV, p. 26 et suiv.).

» Les fragments de calcaire affectent les formes les plus variées. Ils sont arrondis ou anguleux. Parfois leurs contours sont profondément découpés et comme festonnés. En certains cas, ils présentent des sortes d'étranglements tellement prononcés qu'ils se décomposent en deux parties presque indépendantes, rattachées entre elles par de fins trabécules calcaires. En faisant polir de gros échantillons sur plusieurs faces, il n'est pas rare de constater que des morceaux de calcaire blanc parfaitement isolés et largement séparés d'un côté, se rapprochent et se soudent en profondeur. Ce sont comme des digitations irrégulières d'un seul et même élément : ils n'ont point d'existence propre.

» Considérés dans leurs rapports avec le ciment, les soi-disant fragments affectent deux manières d'être :

» A. Leurs contours sont nettement arrêtés. Ils se comportent en apparence comme des corps indépendants de la masse calcaire qui les enveloppe.

» B. Les noyaux calcaires se fondent sur leurs bords avec le ciment : leur teinte se dégrade, vire au gris et passe à celle du ciment par les transitions les plus ménagées; ce qui revient à dire qu'ils *font corps* avec le ciment.

» Les deux manières d'être s'observent fréquemment pour un seul et même élément dont les contours sont parfaitement arrêtés d'un côté, et tout à fait incertains de l'autre.

» 3° *Caractères microscopiques.* — Les coupes minces pratiquées dans les fragments se montrent identiques à celles du calcaire blanc non bréchoïde. Elles sont criblées, comme les dernières, de sections de Radiolaires calcifiés. Le calcaire blanc à Radiolaires est d'une grande homogénéité et d'une telle finesse qu'on peut à peine en discerner les éléments. Il est impur, d'aspect gris terne, et probablement pénétré d'un peu de matière argileuse.

» Les préparations faites dans le calcaire du ciment permettent d'y reconnaître une infinité de petits éléments de la grosseur de petites oolithes et de forme circulaire, elliptique ou irrégulière. Ils ne sont pas calibrés. Il s'en trouve parmi eux de beaucoup plus volumineux, visibles sans le secours du microscope. Un seul coup d'œil suffit pour établir que le calcaire de ces corpuscules est rigoureusement identique à celui des fragments englobés dans le ciment : on y retrouve les mêmes Radiolaires avec la même fréquence et le même état de conservation. L'identité est complétée par la structure, la finesse et la teinte des corpuscules.

» Les corpuscules sont séparés par de la *calcite* largement cristallisée, clivée, très pure et incolore, qui constitue pour ainsi dire la trame de la roche. Dans le ciment le mieux caractérisé, l'espace réservé aux corpuscules l'emporte toujours notablement sur celui de la calcite.

» Vient-on à pratiquer une section sur la zone de passage d'un noyau de calcaire blanc au ciment, on voit, à partir du point où ce dernier est composé comme je viens de le dire, les plages occupées par la calcite se rétrécir, puis les corpuscules se mettre en contact; et l'on franchit, pour atteindre le fragment normalement constitué, une large bande où les corpuscules sont de moins en moins individualisés. Finalement leur soudure est complète, et l'on n'aperçoit plus que de rares taches de calcite qui interrompent çà et là la continuité du calcaire.

» Quand les fragments de calcaire blanc ont des contours parfaitement arrêtés, on

passe brusquement du calcaire homogène au ciment à corpuscules détachés par l'intermédiaire d'une étroite zone de calcite, discontinue et traversée, de place en place, par un peu de calcaire à Radiolaires, reliant quelques corpuscules du ciment au calcaire blanc.

» *Conclusions.* — Le ciment de cette brèche apparaît donc comme le résultat d'une différenciation spéciale d'un calcaire identique à celui des éléments qu'il englobe. Il faut se représenter la brèche comme ayant son origine dans un calcaire blanc homogène à Radiolaires. Cette roche a subi un commencement de cristallisation aboutissant à la formation de calcite, comme c'est le cas pour de nombreux calcaires anciens; mais, au lieu de s'étendre progressivement à toute la masse, d'un point à un autre, et sans laisser le moindre vestige du calcaire ancien, la métamorphose s'est effectuée *simultanément* en une foule de points, de façon à respecter une multitude d'îlots calcaires microscopiques et à isoler de gros morceaux de calcaire blanc. Les corpuscules de ciment, de même que les fragments, ne sont à proprement parler que des éléments découpés dans le calcaire blanc à Radiolaires par la calcite engendrée à ses dépens. Ainsi s'expliquent la disposition parfois lenticulaire de la brèche, les caractères morphologiques si particuliers des éléments qui la composent et la soudure si intime de quelques fragments au ciment.

» La genèse de la brèche que j'ai spécialement en vue ici est consécutive de la période de *cristallisation* des calcaires. C'est une des nombreuses manifestations des phénomènes complexes, en grande partie du ressort de la Chimie, qui affectent les sédiments après leur dépôt, en effacent les caractères originels et les dotent d'une physionomie et de propriétés nouvelles.

» Je crois avoir démontré, dans l'espèce, que la structure bréchoïde est *secondaire* et qu'elle a son point de départ dans un phénomène d'ordre *chimique :* la transformation du calcaire en calcite. Ces conclusions s'appliquent, pour le moment, à un cas particulier et non à toutes les brèches du Jurassique supérieur du midi de la France; mais je suis convaincu que le développement de la structure bréchoïde, par processus chimique, devra servir d'explication à beaucoup de brèches françaises d'origine énigmatique. »

SPÉLÆOLOGIE. — *La grotte des Spélugues*. Note de M. E. **Rivière**.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est le résumé de l'étude que le prince de Monaco a bien voulu me confier des trouvailles faites il y a quelques années dans une grotte de la principauté. Cette grotte, que j'appellerai *Grotte des Spélugues*, du nom du rocher dans lequel elle était creusée — naturellement bien entendu — était située (¹) dans la paroi nord de la tranchée du chemin de fer de Monaco à Roquebrune, à 8^m environ au-dessus du niveau de la voie ferrée, c'est-à-dire dans la partie du promontoire de Monte-Carlo, dit des Spélugues (²).

» Elle a été découverte, en 1890, pendant le cours des travaux entrepris par la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M. pour l'élargissement de la tranchée susdite, à une altitude de 35^m environ au-dessus de la Méditerranée. D'après une Note de M. Richard, secrétaire du prince de Monaco, cette grotte, « obstruée par des concrétions d'une très grande épais-
» seur, devait mesurer environ 30^m de longueur sur $1^m,50$ de largeur et
» un peu plus de 2^m de hauteur. »

» Le gouvernement monégasque informé, dès sa découverte, que l'on y avait trouvé des débris humains, donna l'ordre au conducteur des travaux du chemin de fer de recueillir avec soin tout ce que la grotte renfermait. C'est ainsi qu'a été envoyée au musée de Monaco la collection préhistorique dont je viens de terminer l'étude.

» Cette collection comprend : 1° un certain nombre d'ossements humains ; 2° des débris d'animaux ; 3° quelques rares produits de l'industrie de l'homme préhistorique (poteries et silex).

» A. Ossements humains. — Si ces os sont nombreux, fort peu d'entre eux, malheureusement, sont dans un bon état de conservation. Néanmoins, j'ai pu constater qu'ils provenaient de plusieurs individus d'âge et de sexe différents. Ces ossements sont :

» 1° *Pour la face :* les mandibules entières ou brisées de 5 sujets ;

» 2° *Pour le membre supérieur :* 2 fragments de clavicule, 2 fragments de scapulum, 6 humérus (4 entiers ou à peu près entiers et 2 incomplets), dont deux d'homme, trois

---

(¹) Elle a été détruite par les travaux du chemin de fer.

(²) Ce promontoire a été ainsi dénommé à cause de ses nombreuses crevasses (Σπήλυξ, grotte, trou).

de femme, le sixième de sexe incertain; 5 d'entre eux sont des humérus d'adulte; 2 cubitus, l'un entier, l'autre incomplet; des fragments de radius; enfin quelques os de la main.

» 3° *Pour le membre inférieur :* un fragment de l'os iliaque droit; 9 fémurs (l'un d'eux seulement est entier), dont 5 appartiennent au membre inférieur gauche et 4 au membre inférieur droit. Le fémur entier est celui d'une femme, il présente un indice pilastrique de 85,45 et un indice platymérique de 64,51. Enfin 1 tibia de femme, presque entier, présentant une platycnémie très faible. Le pied est représenté par un seul os, un calcanéum.

» 4° *Tronc.* — Je n'ai eu en ma possession que : 1° une série de côtes en plus ou moins bon état; 2° une partie du sternum; 3° un certain nombre de pièces de la colonne vertébrale : soit 3 vertèbres cervicales, dont 2 axis; 9 vertèbres dorsales; 3 vertèbres lombaires; plusieurs autres vertèbres brisées et 2 fragments de sacrum. L'un de ces derniers présente cette particularité que les deux premières pièces qui le constituent sont incomplètement soudées.

» Après avoir déterminé toutes ces pièces osseuses et m'être rendu compte du sexe des individus dont elles provenaient, j'ai pris les mensurations des os susceptibles de me donner la taille de ces individus, c'est-à-dire la longueur des os longs des membres supérieurs et inférieurs et, comparant les chiffres obtenus avec ceux des Tableaux dressés par M. le Dr Manouvrier, j'ai pu constater que :

» 1° Les restes humains de la grotte des Spélugues étaient ceux de *neuf individus* au moins, soit : (*a*) un enfant d'une dizaine d'années; (*b*) un sujet un peu plus âgé, quoique non adulte encore; (*c*) six sujets adultes et un vieillard.

» 2° La race de ces individus, pour cinq d'entre eux au moins, était une race de petite taille, oscillant entre 1^m,45, chiffre minimum, et 1^m,489, chiffre maximum. Le sixième sujet (un homme) mesurait, par contre, 1^m,60.

» 3° Les hommes et les femmes sont à peu près de même taille, à l'exception de l'homme qui figure sous le n° 6, l'homme le plus petit mesurant 1^m,47 et le plus grand, 1^m,476, tandis que la femme la plus petite mesure 1^m,45 et la plus grande, 1^m,489.

» B. Faune. — La faune de la grotte des Spélugues est représentée par un très petit nombre d'animaux qui sont :

» 1° Un Canidé de la taille du *Renard;*

» 2° Un Rongeur, genre *Lepus*, très probablement;

» 3° Un Ruminant de la taille du *Mouton;*

» 4° Un Oiseau dont le seul reste, l'extrémité inférieure d'un humérus, ne permet pas la détermination.

» C. Industrie. — Elle est franchement néolithique et appartient à l'époque des temps préhistoriques dite robenhausienne. Elle est caractérisée, en effet :

» 1° Par une très jolie petite pointe de flèche en silex blond foncé, à base à peu près rectiligne ;

» 2° Par plusieurs fragments de poteries grossières, à grains siliceux, de couleur brun rougeâtre, dont quatre morceaux paraissent provenir d'un même grand vase au bord festonné, tandis que la panse est ornée d'une sorte de cordon formé d'une succession de petites dépressions faites avec le doigt.

» Conclusions. — De l'étude que j'ai faite des pièces provenant de la grotte des Spélugues, il me paraît résulter que les individus dont les squelettes y ont été trouvés vivaient à la période géologique actuelle, dans les temps néolithiques, à l'époque robenhausienne, c'est-à-dire postérieurement aux hommes des grottes de Menton qui sont, comme je l'ai maintes fois dit et prouvé, des hommes de la fin des temps quaternaires, géologiquement parlant, et magdaléniens au point de vue archéologique.

» La race des hommes des Spélugues diffère d'ailleurs absolument aussi de celle des hommes fossiles de Menton par la plupart de ses caractères anatomiques, notamment par les caractères craniens et la longueur des membres, qui, chez les premiers, indique une race de petite taille, alors que les individus des grottes de Menton sont, au contraire, de grande taille. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une variation électrique déterminée dans le nerf acoustique excité par le son* [1]. Note de MM. **H. Beauregard** et **E. Dupuy**, présentée par M. d'Arsonval.

« Préoccupés d'établir une méthode permettant de déterminer, chez les animaux, les limites de la sensation auditive, nous avons pensé pouvoir appliquer à cette détermination le courant d'action qui, théoriquement, doit se produire dans le nerf acoustique excité par le son.

» Il nous fallait tout d'abord démontrer la possibilité d'enregistrer le courant normal du nerf acoustique sectionné et aussi le courant d'action qui s'y produit lorsqu'il est excité.

---

[1] Travail du Laboratoire d'Anatomie comparée des Hautes Études au Muséum.

» A cet effet, nous avons employé le galvanomètre universel apériodique de M. d'Arsonval, en nous servant de l'échelle micrométrique qui permet d'observer des courants extrêmement faibles. Nos expériences ont été faites sur la grenouille et sur le cobaye, et nous opérions de la manière suivante :

» La calotte cranienne rapidement enlevée, ainsi qu'une portion du cervelet de manière à découvrir le nerf acoustique du côté choisi pour l'expérimentation, ce nerf est sectionné; nous appliquons sur l'extrémité coupée une électrode impolarisable (électrode de M. d'Arsonval) et l'autre électrode est placée sur le tympan. Ces électrodes sont reliées au galvanomètre.

» Si l'opération a été bien menée, nous constatons, dès que les électrodes sont en place, l'existence d'un courant qui se traduit par un mouvement continu de l'échelle micrométrique devant le fil vertical immobile qui sert d'index.

» Ceci posé, au moyen d'un sifflet métallique, nous émettons un son aigu, au voisinage de l'oreille en expérience. Aussitôt, nous pouvons constater un courant de sens inverse (courant d'action) produit dans le nerf acoustique; ce courant se traduit par un arrêt du mouvement de l'échelle micrométrique et un changement de sens du mouvement primitif. L'oscillation ainsi produite a été, dans nos expériences, en moyenne de 3° de l'échelle pour le son aigu du sifflet employé. Dès que le son cesse, le courant d'appel du nerf se manifeste de nouveau et l'échelle reprend son mouvement dans le premier sens.

» Ces expériences, que nous avons pu répéter un grand nombre de fois avec succès, établissent qu'il est possible d'enregistrer le courant d'action produit dans le nerf acoustique excité par le son.

» Avant d'aller plus loin nous noterons quelques particularités observées au cours de l'expérience :

» 1° Dans les conditions où nous opérons, l'appareil acoustique paraît se fatiguer rapidement, car si, dans l'empressement d'observer le courant d'action, on fait succéder assez rapidement deux ou trois coups de sifflet, l'oscillation va diminuant chaque fois, jusqu'à disparaître totalement au troisième coup. Au contraire, si l'on met un intervalle de 40 à 50 secondes entre chaque son, on obtient une série d'oscillations bien nettes.

» 2° Pour peu que l'une des électrodes vienne à se déplacer et cesse d'être en contact soit avec le tympan soit avec l'extrémité sectionnée du nerf acoustique, ou encore que celle-ci vienne à être baignée de sang et isolée de l'électrode, le courant normal cesse de se manifester. Ces accidents, qui nous sont fréquemment arrivés au cours de nos expériences, prouvent que le courant observé est bien un courant qui traverse le nerf.

» 3° Enfin, dès que l'animal succombe, le courant cesse; nouvelle preuve qu'il s'agit bien d'une manifestation de la vie du nerf acoustique.

» Nous nous sommes servis de la grenouille et du cobaye en raison des

qualités bien connues de ces animaux comme sujets d'expériences, mais nous n'avons point eu la pensée d'étudier spécialement chez eux, dans ces recherches préliminaires, les limites de la sensation auditive. Nous nous bornons aujourd'hui à l'exposé des premiers résultats fondamentaux obtenus.

» Après avoir réussi à constater l'existence du courant normal et la production du courant d'action par l'excitation du nerf au moyen d'un son aigu, nous avons voulu établir si la différence de *hauteur* des sons se traduit par une différence dans la grandeur de l'oscillation. Nous avons pu constater qu'il en est bien ainsi. En effet, au moyen du diapason normal nous avons pu, en faisant vibrer cet instrument devant l'oreille du cobaye, déterminer une oscillation manifeste, quoique très inférieure à celle que donne le son aigu du sifflet. Avec le diapason normal, en effet, l'oscillation ne dépasse pas un degré de l'échelle micrométrique et parfois elle ne se manifeste que par un arrêt du mouvement primitif. Avec un grand diapason, donnant des sons très graves, nous n'avons pu observer l'oscillation chez le cobaye en expérience.

» Nous pouvons conclure de ces faits que la grandeur de l'oscillation électrique du nerf acoustique varie avec la hauteur du son qui arrive à l'oreille. Nous nous en tenons à cette conclusion générale, s'il est vrai, en effet, que pour l'oreille du cobaye les sons aigus déterminent dans le nerf acoustique une oscillation plus grande que les sons graves, il se peut que pour l'oreille d'un animal organisé pour la réception des sons graves, ce seront ceux-ci qui détermineront l'oscillation la plus grande.

» Il y aura lieu également de rechercher quel rôle peut jouer l'*intensité* des sons, en outre de leur hauteur, dans la production de l'oscillation. Alors nous aurons tous les éléments pour déterminer la limite de la sensation auditive chez un animal déterminé.

» Pour le moment nous avons démontré qu'on peut enregistrer le courant normal du nerf acoustique sectionné dans la cavité cranienne, ainsi que le courant inverse ou courant d'action que détermine l'excitation du nerf par les ondes sonores, courant inverse variable avec la hauteur du son. Nous ajouterons que ces expériences démontrent en même temps que l'oreille analyse les sons qui lui parviennent, et qu'elle fonctionne comme un centre nerveux. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de diverses substances sur les mouvements de l'estomac, et innervation de cet organe.* Note de M. **Frédéric Battelli**, présentée par M. Potain.

« Je résume, dans cette Note, les résultats d'un grand nombre d'expériences, que j'ai faites dans le laboratoire de Thérapeutique expérimentale de M. le professeur Prévost, à l'Université de Genève.

» J'ai étudié sur des chiens, des chats, des lapins, des rats, les mouvements de l'estomac, et les modifications qu'y apportent un certain nombre de substances médicamenteuses. J'ai eu aussi en vue l'étude de l'innervation de l'estomac.

» Dans ces expériences [1], j'ai observé les mouvements de l'estomac au moyen d'un ballon en caoutchouc, introduit dans la cavité de l'organe par une ouverture faite à ses parois. Ce ballon était mis en relation avec un manomètre à eau qui permettait de se rendre compte des diverses modifications de la pression intrastomacale.

» J'ai aussi, dans un certain nombre d'expériences, enregistré ces mouvements au moyen d'un appareil spécialement construit dans ce but.

» Le détail de ces expériences sera publié par moi *in extenso;* je me contenterai de résumer, dans cette Note, les conclusions auxquelles je suis arrivé par cette longue étude sur 110 expériences.

» Les résultats les plus saillants qui ressortent de ce Travail peuvent se résumer comme suit :

» I. Les substances dont j'ai étudié l'effet sur les mouvements de l'estomac peuvent se diviser en plusieurs groupes :

» 1. Substances excitant les mouvements de l'estomac.

» *a.* Très énergiquement : *muscarine, pilocarpine, physostigmine.*

» *b.* Moins énergiquement, quoique à un degré notable : *nicotine, quinine, cocaïne, digitale, cornutine* et *ergot de seigle, caféine, alcool, morphine* (première phase), *peptone :* cette dernière substance agissant seulement par injection intraveineuse et ayant un effet passager.

---

(1) L'introduction d'une ampoule par voie œsophagienne (procédé de Morat, suivi par Wertheimer et Doyon), ou par une fistule gastrique permanente, non plus que la séparation de l'estomac et son observation dans une chambre humide (procédé Schütz), que j'ai essayés d'abord, m'ont donné des résultats peu précis.

» *c.* faiblement : *tartre stibié, cytisine, émétine, sulfate de zinc, sulfate de cuivre, arsenic, chloroforme* et *éther* en inhalations (première phase), et les suivantes n'agissant que si elles sont mises directement en contact avec la muqueuse gastrique : *orexyne, cannelle, girofle, amers, acide chlorhydrique, eau chaude, eau salée.*

» 2. Substances sans action sur les mouvements de l'estomac :

» *Purgatifs* (*acide cathartique, séné, coloquinte, eau-de-vie allemande*), hydrastis canadensis, *strychnine, pepsine, apomorphine.*

» 3. Substances diminuant la contractilité de l'estomac :

» *a.* Faiblement : *curare, inhalation des vapeurs d'éther ou de chloroforme* (seconde phase), *morphine* (seconde phase), *acide cyanhydrique, vératrine, elléborine de Merk, eau froide, accumulation d'acide carbonique dans le sang* (asphyxie).

» *b.* Fortement et abolissant même ces mouvements : *chloral*, et surtout *atropine.*

» L'atropine peut produire cette abolition des mouvements, même lorsqu'ils ont été énergiquement provoqués par une substance qui les sollicite (muscarine, pilocarpine, physostigmine, etc.).

» 4. Substances abolissant les contractions rythmiques de l'estomac, les parois de l'organe se contractant en masse d'une manière énergique :

» Ingestion d'*éther* ou de *chloroforme* dans la cavité stomacale. L'atropine ne peut pas diminuer le tonus gastrique, élevé par l'introduction de ces substances dans l'estomac.

» II. Innervation de l'estomac. — Mes expériences m'ont amené, relativement à l'innervation de l'estomac, à conclure qu'il existe dans le nerf vague deux espèces de fibres :

» Les *fibres motrices* et les *fibres inhibitrices.*

» Elles proviennent toutes deux de la branche interne du spinal ; les fibres propres du pneumogastrique n'en contiennent pas.

» *Nerfs vagues.* — 1. L'excitabilité motrice des nerfs vagues sur l'estomac peut être modifiée de diverses façons.

» *a.* Elle est augmentée par : la *vératrine*, la *physostigmine*, l'*elléboréine*, la *caféine*, la *nicotine* (faible dose), l'*acide cyanhydrique* (faible dose).

» *b.* Elle est diminuée par : le *chloral*, le *curare*, l'*acide cyanhydrique* (haute dose), la *nicotine* (haute dose), les *sulfates de zinc* et de *cuivre.*

» *c.* Elle est abolie par l'*atropine*, et à moindre degré par la *cocaïne*, qui paralysent les fibres motrices tout en respectant les fibres inhibitrices.

» *d.* Elle est également abolie par un *jeûne prolongé*, dont la durée varie selon

l'espèce animale. Lorsque la nourriture est reprise, l'excitabilité du vague ne se rétablit qu'au bout de quelques heures, à une époque assez avancée de la digestion.

» Avant le stade de paralysie, on observe une augmentation de l'excitation latente ; puis, lorsque l'excitabilité motrice est perdue, apparaît une excitabilité inhibitrice.

» 2. Les fibres inhibitrices du vague sont excitées par la *pilocarpine*.

» 3. L'excitabilité motrice du vague gauche est, en général, supérieure à celle du vague droit, tandis que, au contraire, l'excitabilité inhibitrice du vague droit est, en général, supérieure à celle du vague gauche.

» *Nerfs splanchniques.* — 4. L'action du splanchnique sur les mouvements de l'estomac n'est pas constamment la même. Le plus souvent, ce nerf est franchement inhibiteur, mais quelquefois il excite légèrement les contractions stomacales, et d'autres fois il paraît être sans action sur les mouvements de l'estomac.

» 5. Par la galvanisation simultanée du splanchnique et du vague, l'excitabilité motrice de ce dernier est, en général, beaucoup diminuée, quelquefois même complètement abolie.

» 6. Les fibres du splanchnique paraissent être paralysées en totalité par l'*atropine*. »

M. A. Poincaré adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Mascart, les diagrammes des hauteurs barométriques qui ont servi à ses Communications insérées aux *Comptes rendus* des 24 juin, 30 septembre, 11 novembre, 30 décembre 1895 et 3 février 1896.

M. J. Taupin adresse une Note « Sur les chaleurs spécifiques ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1896.

Les toxines microbiennes et animales, par M. Armand Gautier, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XIX. Année 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; fasc. in-8°.

Distribution électrique de lumière et de force à Briançon, par M. Ch. Schweitzer, Capitaine du Génie, etc. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1896; in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Constant Prévost. Coup d'œil rétrospectif sur la Géologie en France, pendant la première moitié du XIXe *siècle,* par M. J. Gosselet, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Lille, Liégeois, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Notice sur la Boussole (rapporteur et directrice) et la règle topographique de campagne, par M. le Capitaine Delcroix, ancien Professeur à l'École spéciale militaire. Paris et Limoges, H.-Charles Lavauzelle, 1894; in-8°. (Présenté par M. Bassot.)

Les mines d'or du Transvaal, par M. de Launay, Professeur à l'École supérieure des Mines. Paris, Baudry et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Annuaire géologique universel, par M. L. Carez, avec le concours de M. A. Peron, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1895. Tome XII. Paris, juin 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. N° 2. Paris, Imprimerie nationale, mai 1896; 1 vol. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. 15 juin 1896. Paris, Asselin et Houzeau; in-8°.

Ein Beitrag zur Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Tagfaltern, von Enzio Reuter. Helsingfors, 1896; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juin 1896.

Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et applications, par M. P. Appell, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, et M. E. Lacour, Professeur de Mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis. Premier fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Le marquis G. de Saporta, sa vie et ses travaux, par M. R. Zeiller. Notice lue dans la Séance annuelle de la Société géologique de France du 9 avril 1896. Paris, 1896; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Organisme et Société, par M. René Worms, ancien élève de l'École Normale supérieure, etc. Paris, V. Giard et E. Brière, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

Œuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. Paul Tannery et Charles Henry, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapports du Jury international publiés sous la direction de M. Alfred Picard. Groupe VI : *Machines et appareils de la Mécanique générale* (3e Partie). Classe 52. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-4°.

Précis de Stéréochimie, par M. A. Hantzsch, Professeur de Chimie à l'Université de Würzburg. Traduction française, publiée par MM. Ph.-A. Guye et M. Gautier, avec une Note additionnelle de M. A. Werner. Paris, G. Carré, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Lamarck botaniste; sa contribution à la méthode dite naturelle et à la troisième édition de *La Flore française,* par M. D. Clos. Toulouse, Douladoure-Privat, 1896; 1 br. in-8°.

La Chimie au début du XVIIe *siècle,* par M. Jules Delannoy. Lille, Le Bigot frères, 1896; 1 br. in-8°.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par M. A. Lacroix, Professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle. Tome Ier. (Deuxième Partie). Paris, Baudry et Cie, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Archives du Musée Teyler. Série II. Vol. V. Première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils; Leipzig, G.-E. Schultze; 1 vol. gr. in-8°.

Il passato ed il presente delle principali Teorie geometriche, per Gino Loria, Professore ordinario dell' Università di Genova. Torino, Carlo Clausen, 1896; in-8°. (Hommage de l'auteur.)

FIN DU TOME CENT VINGT-DEUXIÈME.